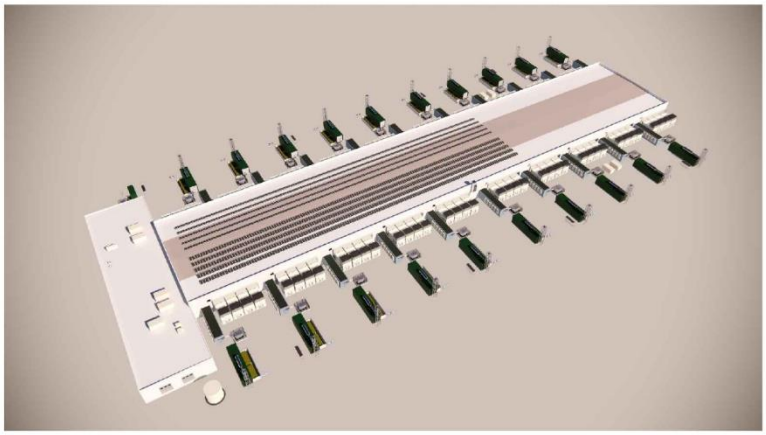
COMUNE di NOVIGLIO

Piazza Roma, 1 - 20082 Noviglio (MI)

COMMITTENTE

NOVIGLIO DATACENTERS MXP I S.R.L.

via Broletto, 35 - 20121 MILANO



PROGETTO ARCHITETTONICO

STARCHING

Ripa di Porta Ticinese 75 - 20143 MILANO
tel 0287283000 fax 0287283067 e-mail mailbox@starching.it
Via Cristoforo Colombo 456 - 00145 ROMA
tel 0657287146 fax 0657138081 e-mail
mailbox.roma@starching.it

GEOLOGO

SoilData STUDIO ASSOCIATO

via Mario Greppi, 34/A - 23899 Robbiate (LC)
tel 0399280280 fax 0399289091 e-mail soildata@soildata.it

CONSULENTE ACUSTICO

TECNICAMBIENTE

Via Vincenzo Russo 9 - 20127 MILANO
tel/fax 0228040510 e-mail info@tecnicambiente.it

PROGETTO IMPIANTI

ARIATTA INGEGNERIA DEI SISTEMI SPA

Via Elba, 12 - 20144 MILANO
tel 024990271 fax 024692845 e-mail ariatta@ariatta.it

CONSULENTE OPERE ESTERNE

Ingegneri Consulenti

Via Frua 22 - 20146 MILANO
tel 0248518862 e-mail info@ingegnericonsulenti.com

PROGETTO STRUTTURALE

Redesco Structural Engineering

Via Vincenzo Gioberti, 5 - 20123 MILANO
tel 024699020 fax 02436478 e-mail redesco@redesco.it

CONSULENTE PAESAGGIO

P'NV

Via Vincenzo Vela, 1 - 20133 MILANO
tel 0283548848 e-mail info@parcnouveau.com

PROGETTAZIONE ANTINCENDIO

AFC Srl sicurezza a 360 gradi

Via Leon Battista Alberti, 6 - 20149 MILANO
tel/fax +39 0245479688 e-mail info@afcsrl.it

Oggetto

PROGETTO ESECUTIVO

REDATTO IN BASE ALL' ART. 33 D.P.R. 5 OTTOBRE 2010, N. 207 E S.M.I. -

PARCHEGGI E AREE VERDI - COMUNE DI NOVIGLIO Frazione Santa Corinna

PARCHEGGI E AREE VERDI IN CESSIONE E ASSOGGETTATI AD USO PUBBLICO sub Ambiti AdT1a - AdT1b
in conformità al Piano Attuativo adottato con delibera del 14/12/2021

Categoria ISSUED FOR CONSTRUCTION- BP4

CAPITOLATO SPECIALE - SPECIFICHE TECNICHE
(SPECIAL TENDER SPECIFICATION)

Emissione DATA	Vers.	Dis.	VERSIONE
06/03/2023	00	FRDP	EMISSIONE
27/03/2023	01	FRDP	EMISSIONE FINALE
01/06/2023	02	FRDP	RECEPIMENTO COMMENTI RUP

Elaborato n° XD001	SCALA -
Nome file XD001-SPEC_TECH	Codice commessa P10424
Controllato FD	Approvato LM

Disegno di proprieta' dello Studio Starching S.r.l. - Tutti i diritti riservati a norma di legge.

SOMMARIO

CONDIZIONI GENERALI 1

Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali 1

1. Accettazione dei materiali 1
2. Conformità e non conformità al capitolato speciale 1
3. Impiego dei materiali 2
4. Provvista dei materiali 2
5. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto 2
6. Difetti di costruzione 2

Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE 2

1. Marcatura CE - Materiali 3
2. Marcatura CE - Macchinari 3

Art. 3 Pianificazione dei lavori 3

1. Programma bisettimanale 3
2. Fasi vincolate e segnalate 3
3. Piano di impiego dei macchinari 4
4. Procedure di lavoro 4
5. Appendice A - Fasi vincolate 4
6. Appendice B - Fasi Segnalate 4
7. AS -BUILT 4

Art. 4 Geotessili 5

1. Geotessili non tessuti 5
2. Geotessili tessuti 5

Art. 5 Tubazioni idrauliche 5

1. Tubi in PVC-U 5
2. Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE 5
3. Tubi in calcestruzzo non armato e armato 6

Art. 6 Elementi scatolari prefabbricati 10

Art. 7 Norme di accettazione dei tubi in materia plastica per acquedotto 11

Art. 8 Apparecchi idraulici 13

1. Valvola di non ritorno 14

2. Pozzetto disoleatore 14

Art. 9 Tubazioni in pvc per fognatura 14

Art. 10 Cavidotti in materiale plastico 15

3. Cavidotto leggero 450N 15

4. Cavidotto pesante 750N 16

Art. 11 Pozzetti idraulici 17

1. Generalità 19

2. Elemento di base 19

3. Elementi camera 19

4. Elemento di copertura 19

5. Elementi per pozzetti di salto 19

6. Guarnizioni elastomeriche di tenuta e materiali per sigillatura dei giunti 20

7. Classi di resistenza meccanica 20

8. Marcature sugli elementi del pozzetto 20

9. Prove e collaudi in stabilimento 20

10. Documentazione di accompagnamento 20

11. Accettazione del prodotto 21

12. Pozzetti in PE strutturato 21

Art. 12 Cemento 21

Art. 13 Aggregati per c.a. 22

Art. 14 Acqua di impasto 23

Art. 15 Acciaio per c.a. 23

Art. 16 Reti in barre di acciaio elettrosaldate 24

Art. 17 Acciaio per strutture metalliche 24

Art. 18 Misto granulare non legato per fondazione 25

Art. 19 Conglomerati bituminosi 25

Art. 20 Conglomerati bituminosi fresati 26

Art. 22 Scavi 27

1. Norme generali 27

2. Scavi di sbancamento 28

3. Scavi di fondazione 29

4. Scavi subacquei e scavi all'asciutto 29

Art. 23 Demolizioni e Rimozioni 30
1. Demolizione di murature, fabbricati e strutture 30
2. Demolizione di pavimentazione in conglomerato bituminoso 31
3. Rimozioni 32
Art. 24 Rilevati 33
1. Definizioni e premesse di carattere generale 33
2. Aggregati per la formazione dei rilevati 37
3. Preparazione del piano di posa dei rilevati 41
4. Formazione del rilevato 46
5. Trattamenti delle terre con calce 56
6. Documentazione dei lavori 65
Art. 25 Sistemi di drenaggio 65
1. Campo di applicazione 65
2. Tubazioni 66
3. Pozzetti in calcestruzzo 69
4. Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti 71
5. Canali di drenaggio 73
6. Canalette, mantellate, cordonate 75
7. Embrici 76
Art. 26 Drenaggi 76
1. Drenaggi tradizionali 76
2. Drenaggi a tergo di murature 77
3. Drenaggi con filtro in geotessile non tessuto 77
4. Drenaggi delle cunette in trincea 77
5. Posa in opera di tubi in calcestruzzo con bicchiere e guarnizione 78
6. Posa in opera tubi pvc e pp e pe 79
7. Bacini di infiltrazione 79
Art. 27 Conglomerati cementizi semplici e armati 81
1. Materiali 81
2. Durabilità dei conglomerati cementizi 87
3. Tipi e classi dei conglomerati cementizi 88
4. Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi 89

5. Controlli in corso d'opera 92

6. Tecnologia esecutiva delle opere 94

7. Elementi prefabbricati 105

8. Classi di esposizione secondo la UNI 11104 106

9. Allegato20.2 - Guida alla scelta delle classi di esposizione per manufatti stradali 109

Art. 28 Acciaio per c.a. 112

1. Generalità 112

2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato - Fe B450C e B450A (ex Fe B44K) 112

3. Reti in barre di acciaio elettrosaldate 114

Art. 29 Acciaio per carpenteria 114

1. Generalità 114

2. Classificazione dei tipi di acciaio secondo EN10025 114

3. Approvvigionamento materiali da costruzione. 114

4. Lavorazioni di officina 116

5. Verniciature 118

Art. 30 Misto granulare non legato per fondazione 124

1. Descrizione 124

2. Caratteristiche dei materiali da impiegare 124

3. Studio preliminare 125

4. Modalità esecutive 125

5. Dati prestazionali 126

Art. 31 Fondazioni a legante idraulico 127

1. Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale 127

2. Riciclaggio in sito del misto cementato e/o granulare con aggiunta di cemento e acqua 130

3. Fondazioni legate: riciclaggio a freddo in sito degli strati di fondazione (legati e non legati) mediante bitume schiumato e cemento 132

4. Fondazioni legate: materiale fresato legato a bitume schiumato e cemento miscelato a freddo in impianto. 136

5. Fondazioni legate : riciclaggio a freddo in sito di materiali preesistenti con emulsione bituminosa modificata e con aggiunta di cemento per la formazione di strati di fondazione 140

6. Fondazione legate: riciclaggio a freddo in sito con cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata per strati di sottobase 142

7. Fondazione in misto cementato realizzato in "situ" con impiego di prodotti stabilizzanti 147

Art. 32 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso 149

1. Leganti bituminosi di base e modificati 149

2. Conglomerati bituminosi a caldo 158

3. Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard" 160

Miscele di usura con impiego di argilla espansa 167

4. Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti drenanti - fonoassorbenti 168

Prescrizioni generali 168

5. Trattamenti superficiali d'irruvidimento 176

6. Controlli 189

Art. 33 Impermeabilizzazione di opere d'arte 190

1. Norme Generali 190

2. Manto con membrana elastica continua in materiale epossipoliuretanico 191

3. Manto con cappa di mastice di asfalto 192

4. Manto con bitume modificato con elastomeri ed armato con TNT 194

5. Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT 196

6. Manto con cartonfeltro bitumato 198

7. Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa 198

8. Manto con fogli di PVC o di gomma sintetica 198

9. Geotessile 199

Art. 34 Segnaletica verticale e orizzontale 199

1. Premessa 199

2. Capo I - Segnaletica verticale 199

3. Capo II - Delineatori 213

4. Capo III - Segnaletica orizzontale 218

Art. 35 Barriere di sicurezza 223

1. Premessa 223

2. Barriere metalliche 227

Art. 36 Opere a verde 231

1. Generalità 231

2. Caratteristiche dei vari materiali 232

3. Esecuzione dei lavori 238

4. Manutenzione degli impianti e cure colturali 242

Art. 37 Impianti Elettrici 244

1. Generalità 244
2. Riferimenti di legge e normativi 244
3. Sicurezza 246
4. Fattore di potenza 246
5. Equilibratura dei carichi 247
6. Materiali e forniture 247
7. Protezione contro sovracorrenti e protezione differenziale 248
8. Illuminazione 248
9. Protezione contro le sovratensioni 248
10. Cavi e vie cavi 248
11. Quadri Elettrici 249
12. Apparecchi di protezione 249
13. Pali 250

NORME DI CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI 251

Art. 38 Cantieri, attrezzi, spese ed obblighi generali a carico dell'Appaltatore 251

Art. 39 Norme generali di contabilizzazione 251

1. Lavori a misura 251
2. Lavori a corpo 252

Art. 40 Lavori in economia 252

Art. 41 Lavori in presenza di traffico 252

Art. 42 Trasporti da cava e da "banco" a discarica 253

Art. 43 Trasporti da area di caratterizzazione a rilevato/riempimento o discarica 253

Art. 44 Caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo 253

Art. 45 Scavi - demolizioni - rilevati 253

1. Scavi 254
2. Demolizioni 255
3. Rilevati 256
4. Formazione di rilevati, ritombamenti, riempimenti di cavi e rilevati di precarico 256

Art. 46 Murature in genere e conglomerati cementizi 258

1. Murature 258

2. Conglomerati cementizi 258

Art. 47 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate 259

1. Casseforme 259

2. Armature a sostegno delle casseforme 260

Art. 48 Acciaio per c.a. 260

Art. 49 Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio ... 260

1. Impermeabilizzazioni in cartonfeltro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa 261

2. Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica 261

3. Impermeabilizzazione di impalcati 261

Art. 50 Manufatti metallici 261

Art. 51 Fondazioni stradali 262

Art. 52 Conglomerati bituminosi 262

Art. 53 Drenaggi 263

Art. 54 Canalette - mantellate - rivestimento di cunette e fossi - tubi in polietilene (PEAD) e polipropilene (PP) 263

Art. 55 Segnaletica verticale ed orizzontale 264

1. Segnaletica verticale 264

2. Segnaletica orizzontale 264

Art. 56 Barriere di sicurezza 264

Art. 57 Opere a verde 265

Art. 58 Impianti Elettrici 265

CONDIZIONI GENERALI

Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

1. Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

a. prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
b. identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;
c. certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
d. accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione;
e. ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c), d) ed e) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto d) sono a carico della Committente, permanendo - anche per quest'ultime - a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

2. Conformità e non conformità al capitolato speciale

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

3. Impiego dei materiali

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità , ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

4. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

5. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza. Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

6. Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE

I prodotti che riportano la marcatura CE - che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del D.Lgs. 106/2017 e del CPR UP 305/11- beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

1. Marcatura CE - Materiali

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare - ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta - la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili. Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2. Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili. Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

Art. 3 Pianificazione dei lavori

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori.

1. Programma bisettimanale

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto ed alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata del cantiere dovrà presentare settimanalmente un "Cronoprogramma Bisettimanale" sul quale sarà rappresentato un diagramma Gant delle attività della settimana in corso e di quella successiva. Convenzionalmente le settimane sono definite dalle ore 0,00 del lunedì alle ore 24,00 della domenica successiva.
Il cronoprogramma bisettimanale dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno quattro giorni prima dell'inizio di ciascuna settimana. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o dei cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori riterrà non conformi le lavorazioni eseguite, avviando le relative procedure.

2. Fasi vincolate e segnalate

Il presente Capitolato Speciale indica una serie di lavorazioni che, per la loro specificità, potranno essere effettuate solo in presenza degli Incaricati della Direzione Lavori (cosiddette "fasi vincolate") o solo dopo aver informato via fax, con anticipo di almeno 24 ore, la Direzione Lavori (cosiddette "fasi segnalate").
Nel programma bisettimanale l'Appaltatore dovrà evidenziare le attività soggette a fasi vincolate o segnalate in modo che la Direzione Lavori possa organizzare per tempo i propri impegni. Le lavorazioni soggette a fase vincolata realizzate dall'Appaltatore in assenza della Direzione Lavori saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".
Le lavorazioni soggette a fase segnalata, correttamente annunciate dall'Appaltatore, potranno venire eseguite anche in assenza della Direzione Lavori una volta trascorso l'orario indicato nella comunicazione dell'Appaltatore. Le lavorazioni

non correttamente segnalate o realizzate in anticipo rispetto all'orario indicato, saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".

3. Piano di impiego dei macchinari

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori il "Piano di Impiego" di tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature che intende utilizzare.
Il Piano di Impiego è composto dall'elenco delle attrezzature che saranno utilizzate, corredato dai seguenti documenti (per ciascuna attrezzatura):

- contratto di noleggio o copia conforme del libro cespiti dell'Appaltatore che ne attesti la proprietà e da cui dovrà essere individuabile il valore di ammortamento annuo ed il valore residuo dell'attrezzatura;
- marcature CE;
- libretti di uso e manutenzione, riportanti n° di matricola e caratteristiche tecniche del macchinario;
- elaborati progettuali e relazioni di calcolo (per ponteggi, casseforme, carri varo, impianti betonaggio, ...);
- attestati di revisione/verifica e certificati di taratura;
- eventuali autorizzazioni amministrative (messa in servizio, emissioni in atmosfera, scarichi idrici, ...).

4. Procedure di lavoro

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione che sia di particolare rilevanza tecnico-economica (secondo il giudizio della Direzione Lavori) o che richieda operazioni ripetute ed il cui svolgimento temporale si sviluppi oltre due settimane l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori una "Procedura di Lavoro" che:

- descriva la lavorazione (anche utilizzando appositi elaborati grafici) indicando i documenti progettuali di riferimento;
- definisca il metodo di esecuzione, la sequenza delle attività da porre in opera e la fasizzazione rispetto ad altre attività dotate di Procedura di Lavoro;
- precisi la composizione della Manodopera da utilizzare dichiarando il nominativo del Responsabile o del Capo Squadra;
- precisi i materiali da utilizzare, descrivendone le caratteristiche ed allegandone le relative schede sicurezza prodotto;
- definisca i controlli da eseguire in corso d'opera;
- precisi i macchinari da utilizzare, allegandone il Piano di Impiego.

5. Appendice A - Fasi vincolate

- Piano degli scavi di fondazione
- Piano di posa rilevati
- Getti delle fondazioni (plinti, pozzi, ..)

6. Appendice B - Fasi Segnalate

- Demolizioni di strutture
- Getti delle elevazioni
- Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

7. AS -BUILT

Ai fini di agevolare il controllo della pianificazione dei lavori da parte della D.L., l'appaltatore è tenuto a presentare con cadenza quindicinale tavole aggiornate che illustrino le lavorazioni effettuate.

MATERIALI

Vengono di seguito riassunte le caratteristiche dei materiali di più frequente utilizzo nelle lavorazioni. Per tutti gli altri componenti occorrerà fare riferimento agli specifici capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

Art. 4 Geotessili

Sono costituiti da geotessile nontessuto e geotessile tessuto. Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali vengono descritte nei singoli capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

1. Geotessili non tessuti

I geotessili nontessuti dovranno essere ottenuti da fibre poliolefiniche (polipropilene e/o polietilene) o poliestere (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, termofusione, termocalandratura e termolegatura stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici. I geotessili nontessuti possono essere a filo continuo, quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, a fiocco, quando il filamento viene tagliato prima della cardatura.

2. Geotessili tessuti

I geotessili tessuti devono essere prodotti con la tecniche della tessitura industriale a trama e ordito, con filati o bandelle in polipropilene o poliestere, stabilizzate ai raggi UV, con l'esclusione di materia prima riciclata. Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Art. 5 Tubazioni idrauliche

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo strada è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PE;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

1. Tubi in PVC-U

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

2. Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;

- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

3. Tubi in calcestruzzo non armato e armato

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio. Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro . Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

I tubi in calcestruzzo ammessi dal presente capitolato speciale sono costruiti secondo la norma DIN 4032 che si intende qui integralmente recepita, e corrispondono ai tipi rinforzati previsti da tale norma. In particolare i tubi potranno essere forniti - se non altrimenti specificato nell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto"" - con o senza piede di appoggio, e con manicotto (bicchiere) o con risega di giunzione.

La forma del tubo è specificata nell'articolo corrispondente dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" allegato. Sui giunti andrà interposta una guarnizione di tenuta in grado di garantire l'assoluta impermeabilità (secondo norme DIN 19543). Si riportano nelle tabelle seguenti le caratteristiche geometriche principali dei tubi, secondo la norma DIN 4032:

Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

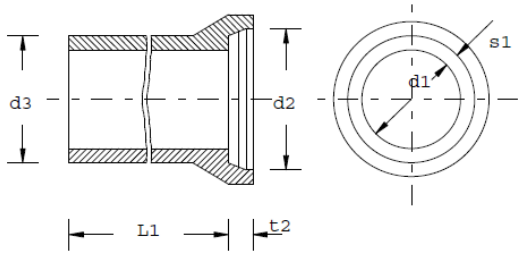


FIGURA 1 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto senza piede

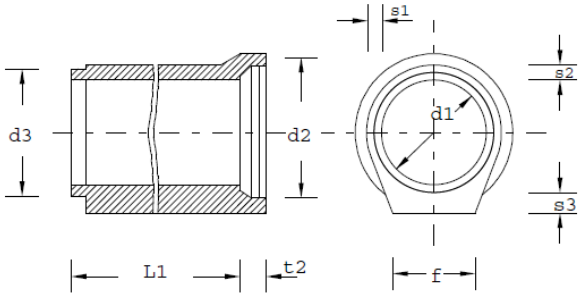


FIGURA 2 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto e con piede di appoggio

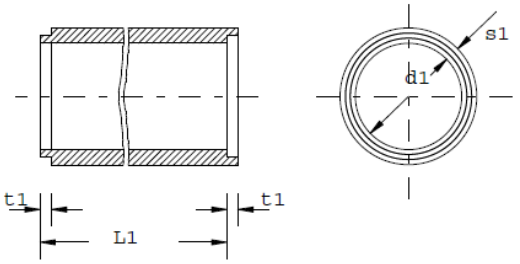


FIGURA 3 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega senza piede

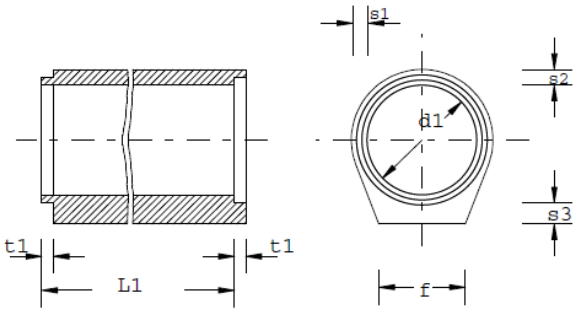


FIGURA 4 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega e piede

Tubi in calcestruzzo di sezione ovoidale

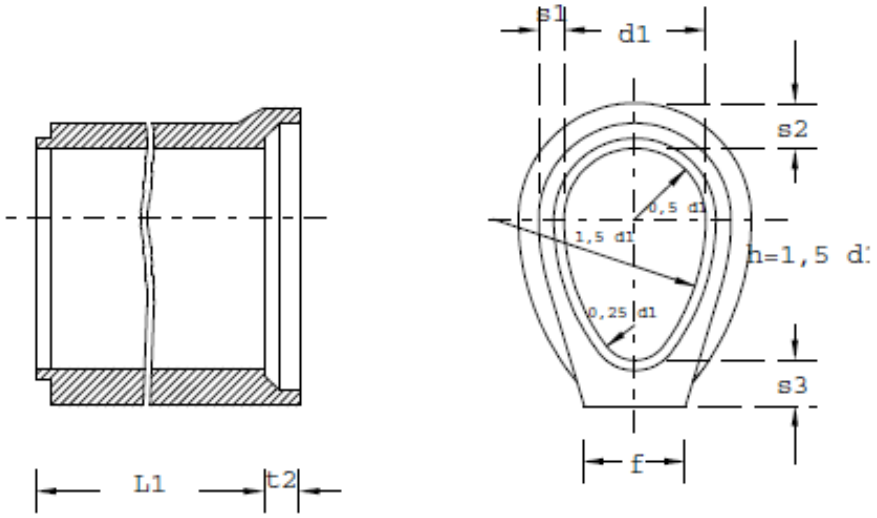


FIGURA 5 tubo in calcestruzzo di sezione ovoidale con manicotto e piede di appoggio

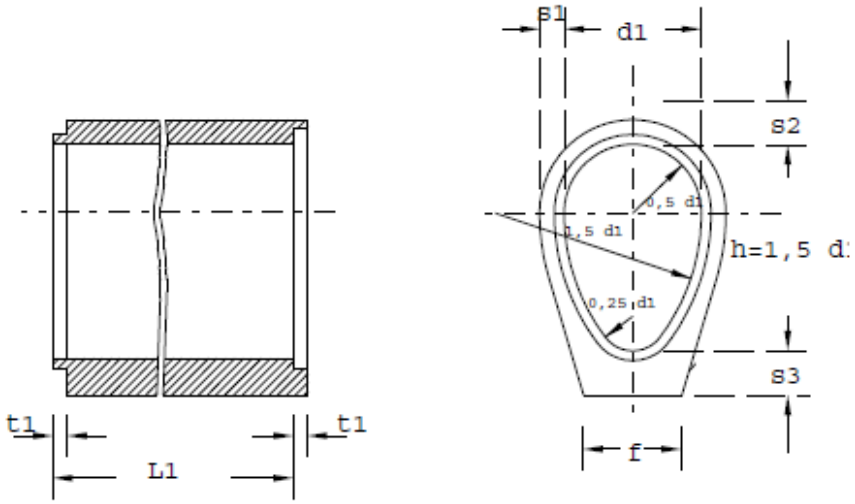


FIGURA 6 tubo in calcestruzzo di sezione ovoidale con giunto a risega e con piede di appoggio

Tabella 1: Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

diametro nominale DN	*d scarto ammis-sibile*	*parallelismo della superf. di base. Scarto ammissibile*	*larghezza del piede f circa*	*spessori min.della parete*			
				tubi senza piede	*tubi con piede*		
				S1	S1	S2	S3
100	100±2	3	80	--	--	--	--
150	150±2	3	120	--	--	--	--
200	200±3	4	160	--	--	--	--
250	250±3	4	200	--	--	--	--
300	300±4	5	240	50	50	50	65
400	400±4	6	320	65	50	65	90
500	500±5	6	400	85	70	85	110
600	600±6	8	450	100	85	100	130
700	700±6	8	500	115	100	115	150
800	800±7	10	550	130	115	130	170
900	900±7	10	600	145	130	145	195
1000	1000±8	12	650	160	145	160	215
(1100)	1100±8	12	680	175	160	175	240
1200	1200±10	14	730	190	170	190	260
(1300)	1300±10	14	780	205	185	205	280
1400	1400±10	16	840	220	200	220	300
(1500)	1500±10	16	900	235	215	235	320

N.B.: I diametri nominali in parentesi sono possibilmente da evitare.

Tabella 2. Tubi in calcestruzzo di sezione ovoidale.

diametro nominale DN	*d scarto ammis-sibile*	*parrallelismo della superf. di base. Scarto ammissibile*	*largh. del piede f circa*	*spess. minimi della parete*		
				S1	*S2*	*S3*
500/750	500/750 ±5	6	320	64	84	84
600/900	600/900 ±6	8	375	74	98	98
700/1050	700/1050 ±6	8	430	84	110	110
800/1200	800/1200 ±7	10	490	94	122	122
900/1350	900/1350 ±7	10	545	102	134	134
1000/1500	1000/1500 ±8	12	600	110	146	146
1200/1800	1200/1800 ±10	14	720	122	160	160

Resistenza statica:

La resistenza statica del tubo deve essere valutata secondo le indicazioni di cui al punto 8.3 della norma DIN 4032; in particolare, i valori minimi della forza di compressione (in KN/m) al vertice del tubo, prima che si manifesti la rottura, sono i seguenti:

Tabella 3: Forza di compressione al vertice F.

TUBI CIRCOLARI	
Diametro nominale DN	**Forza di compressione al vertice F KN/m minima**
100	---
150	---
200	---
250	---
300	50
400	63
500	80
600	98
700	111
800	125
900	138
1000	152
1100	166
1200	181
1300	194
1400	207
1500	220

TUBI OVOIDALI	
Diametro nominale	**Forza di compressione KN/m minima**
500/750	61
600/900	69
700/1050	75
800/1200	77
900/1350	80
1000/1500	83
1200/1800	86

Art. 6 Elementi scatolari prefabbricati

Gli elementi prefabbricati a sezione quadrata, circolare o rettangolare armata contemplati in progetto dovranno essere costruiti costruiti con processo di vibrocompressione. Essi sono costituiti da condotte con pareti in calcestruzzo, realizzate con cemento ed inerti di idonea pezzatura, armati con gabbia flessibile in acciaio (singola o doppia), costituita da staffe elettrosaldate e passo variabile. Gli elementi prefabbricati dovranno essere fabbricati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti. Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime, al confezionamento delle gabbie di armatura, alla costruzione vera e propria dell'elemento, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure che si intendono integralmente trascritte, e cui il Produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.

Di norma gli elementi preformati contemplati in progetto sono prodotti mediante processo di "vibrocompressione", sistema che ha la capacità di garantire i requisiti di continuità, compattezza, uniformità di qualità e di spessore e quindi di prestazioni. Lo stabilimento dovrà essere in grado di poter sformare i manufatti solamente quando il conglomerato sarà in grado di sopportare senza alcuno "choc" le sollecitazioni derivanti dalla manipolazione, soprattutto per ciò che riguarda le fessurazioni, le sbeccature nelle zone nevralgiche degli innesti.

Gli elementi preformati dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti da peso proprio, grado di riempimento, altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice, carichi esterni, ecc.

Il cemento deve essere conforme a quanto contenuto nelle Normative Nazionali, trasposte dalle Norme Europee. Dovrà essere impiegato il tipo UNI ENV 197/1 tipo IIA-L/42,5 ad alta resistenza ai solfati. Gli inerti devono essere costituiti da materiali conformi alle Normative Nazionali trasposte dalle Norme Europee. Essi non devono contenere componenti dannosi in quantità pregiudizievoli al getto, all'indurimento, alla presa, alla resistenza, all'impermeabilità, alla durabilità del calcestruzzo o tali da essere causa di corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.
Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, butadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa Europea UNI EN 681. La mescola della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40±5 IRHD, e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione. Le guarnizioni saranno del tipo a scorrimento con sezione a cuspide. Dovranno essere marchiate dal Fornitore e posizionate sull'imbocco maschio dell'elemento in stabilimento.
Il calcestruzzo costituente le pareti degli elementi ed i profili di giunzione, dovrà essere compatto ed omogeneo. Il valore della resistenza caratteristica a compressione fck non deve essere comunque inferiore a 40 Mpa (400 kg/cmq).
Gli elementi scatolari prefabbricati devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate. La superficie di ogni elemento deve essere priva di imperfezioni che possano influire negativamente sull'integrità strutturale o idraulica, o possano ridurne la durabilità. La formazione di bollicine non deve essere considerata come carenza di omogeneità. I profili di giunzione devono essere privi di irregolarità che non consentano impermeabilità e durabilità all'assemblaggio. Sono ammesse imperfezioni minori o irregolarità superficiali, ma devono essere limitate ad un diametro massimo di15 mm. e ad una profondità di 6 mm.
Sono ammessi, con la condizione che non compromettano la resistenza e l'impermeabilità all'acqua dell'elemento, i seguenti tipi di fessure: screpolature nello strato superficiale della boiacca; fessure causate dal ritiro oppure dovute ad effetti termici, fino ad una larghezza di 0,15 mm. Prima di misurare l'ampiezza delle fessure, è consentito tenere in acqua il manufatto per un periodo massimo di 24 ore. La prevalenza idrostatica interna, misurata all'asse degli elementi, viene fissata in 50 kPa (0,5 bar o approssimativamente 5 m. di colonna d'acqua) per tutti gli elementi prefabbricati. Gli elementi devono resistere alla pressione specificata per un periodo di 15 minuti senza manifestare nessuna perdita; l'umidità aderente alla superficie o la formazione di singole gocce sono ammesse, così come descritto nelle modalità di prova. È ammessa sigillatura dei giunti, anche se provvisti di guarnizione in gomma, con appositi mastici o siliconi.
Ogni elemento che giungerà in cantiere dovrà essere marcato. La marcatura deve essere indelebile ed apposta in modo chiaramente visibile e l'identificazione dell'elemento deve essere fatta in modo da escludere qualsiasi dubbio.

Art. 7 Norme di accettazione dei tubi in materia plastica per acquedotto

Tubi in polietilene ad alta densità (PE/AD) per condotte in pressione. I Tubi di PE/AD dovranno essere conformi alle vigenti norme UNI EN 12201-2, a parete solida con superficie liscia di colore nero con linee azzurre coestruse. Normalizzati secondo il diametro nominale esterno DN….. mm, SDR …., PN …..
Prodotti con resina omogenea e stabilizzata in granulo all'origine PE100. Il prodotto dovrà recare per esteso il marchio di conformità, riferito alla normativa di costruzione, rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012 (certificazione di conformità di prodotto), oltre a tutti gli altri elementi previsti dalla norma. La marcatura dovrà recare per esteso il nome della materia prima utilizzata per la sua costruzione che dovrà corrispondere a quella citata nelle certificazioni, il marchio di prodotto e tutti gli altri elementi previsti dalla norma.
Marcatura : XXXXXXX= IIP 142 UNI (logo) EN 12201-2 W Ø X sp SDR PN PE___ =m.p.= LINE =TURN= DATE =____.

La materia prima utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche della materia prima in granuli

Densità media	g/cm3	> 0.94	ISO 1183
Indice di fluidità 5kg 190°C	g/10min	0.2 - 1.4	EN ISO 1133
Contenuto di umidità	mg/kg	< 300	EN ISO 15512
O.I.T. (200°C)	min	> 20	ISO 11357-6
Tenore di carbon-black	%	2 - 2.5	ISO 6964

Dal punto di vista dimensionale sono ammesse le seguenti misure e tolleranze:

Dimensionali [mm]

DN/OD	dem,max	SDR26 S12.5		SDR17 S8		SDR11 S5		SDR7.4 S3.2	
		PN6		PN10		PN16		PN25	
		emin	emax	emin	emax	emin	emax	emin	emax
20	20.3							3	3.4
25	25.3							3.5	4
32	32.3					3	3.4	4.4	5
40	40.4					3.7	4.2	5.5	6.2
50	50.4			3	3.4	4.6	5.2	6.9	7.7
63	63.4			3.8	4.3	5.8	6.5	8.6	9.6
75	75.5			4.5	5.1	6.8	7.6	10.3	11.5
90	90.6			5.4	6.1	8.2	9.2	12.3	13.7
110	110.7			6.6	7.4	10	11.1	15.1	16.8
125	125.8			7.4	8.3	11.4	12.7	17.1	19
140	140.9			8.3	9.3	12.7	14.1	19.2	21.3
160	161			9.5	10.6	14.6	16.2	21.9	24.2
180	181.1			10.7	11.9	16.4	18.2	24.6	27.2
200	201.2			11.9	13.2	18.2	20.2	27.4	30.3
225	226.4			13.4	14.9	20.5	22.7	30.8	34
250	251.5	9.6	10.7	14.8	16.4	22.7	25.1	34.2	37.8
280	281.7	10.7	11.9	16.6	18.4	25.4	28.1	38.3	42.3
315	316.9	12.1	13.5	18.7	20.7	28.6	31.6	43.1	47.6
355	357.2	13.6	15.1	21.1	23.4	32.2	35.6	48.5	53.5
400	402.4	15.3	17	23.7	26.2	36.3	40.1	54.7	60.3
450	452.7	17.2	19.1	26.7	29.5	40.9	45.1	61.5	67.8
500	503	19.1	21.2	29.7	32.8	45.4	50.1		
560	563.4	21.4	23.7	33.2	36.7	50.8	56		
630	633.8	24.1	26.7	37.4	41.3	57.2	63.1		
710	716.4	27.2	30.1	42.1	46.5				
800	807.2	30.6	33.8	47.4	52.3				
900	908.1	34.4	38.3	53.3	58.8				
1000	1009	38.2	42.2	59.3	65.4				

I tubi dovranno essere rispondenti alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministero della Sanità relative ai manufatti per liquidi alimentari (D.M. n. 174 del 6 Aprile 2004) e conformi alla norma UNI EN 1622 “determinazione della soglia di odore e della soglia di sapore”. Il produttore dovrà provvedere alla consegna dei tubi con mezzi di trasporto operanti con sistema di gestione della Sicurezza per la catena di fornitura secondo UNI ISO 28000, certificato e validato da Organismo terzo accreditato.

La materia prima dovrà corrispondere alle caratteristiche delle norme e la relativa origine dovrà essere certificata dal produttore. Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere richiesto il prelievo in cantiere dei campioni da sottoporre, a spese dell'Impresa, ad analisi chimiche presso un laboratorio prove materiali plastici di fiducia della Direzione

Lavori al fine di verificare se le caratteristiche del prodotto fornito corrispondono alle norme UNI sopraccitate. I materiali non rispondenti ai requisiti richiesti dovranno essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.
I tubi di PE/AD limitatamente alle dimensioni previste dalle norme di cui sopra ,dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano riconosciuto con D.P.R. n. 120 dell' 1/2/1975.
I tubi di PE/AD per la costruzione di fognature e di scarichi industriali interrati, verranno forniti in barre generalmente di lunghezza 6 -12 metri, a richiesta saranno forniti tubi di lunghezza anche minore.
Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. Le imbragature per la fissazione del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.
Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuate con gru o con braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente , si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto e comunque su oggetti duri e aguzzi.
Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.
L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari.
Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.
I raccordi ed accessori sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura ,nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

Art. 8 Apparecchi idraulici

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi ai tipi di progetto e corrispondere esattamente ai modelli approvati dalla Direzione Lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi che verranno forniti dalla Direzione Lavori; dai quali risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione di contenimento.
I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, sbavate e ripassate allo scalpello od alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione, inoltre le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare uno o più rigature circolari concentriche ricavate al tornio, per facilitare la tenuta con guarnizione. Dovranno essere pure ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti, i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni, dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori dovranno essere ricavate al tornio e venire inoltre rettificate a mano e smerigliate, quanto necessario, per assicurare una perfetta e durevole tenuta agli organi di chiusura.
I filetti delle viti di manovra o di quelle destinate a serrare coperchi saranno ricavati a macchina, dovranno essere a spigoli retti, senza strappi od ammanchi di materie. È vietato l'uso di guarnizioni di cartone tra i diversi pezzi componenti ogni accessorio. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà essere riportata la marca della casa fornitrice, il diametro del passaggio e le frecce per la direzione della corrente.
Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina, dovranno essere catramati internamente ed esternamente.

La catramatura dovrà essere ottenuta immergendo i pezzi, esenti da ruggine e riscaldati, in bagno caldo di catrame minerale. L'operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene i pezzi dopo l'estrazione dal bagno evitando il formarsi di grumi e gocce di catrame. Le superfici esterne grezze, in bronzo, rame, ottone, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'Impresa, intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni. L'Impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

1. Valvola di non ritorno

Il dispositivo deve essere dotato di marcatura CE e conforme alla norma EN 13564, garantita da istituto autorizzato. Corpo e coperchio sono realizzati in PVC rigido per stampaggio ad iniezione. Dimensioni degli innesti e materiali conformi alla EN1 401 e EN 1329. Sistema di collegamento: ad incollaggio su PVC, ad innesto con guarnizioni conformi EN 681, maschio/maschio collegabile a diversi tipi materiale tramite giunti di transizione multimateriali. Il coperchio di ispezione deve essere amovibile dotato di sistema di apertura a leva, la guarnizione di tenuta idraulica è solidale al coperchio. I piattelli sono removibili, dotati di guarnizione di tenuta idraulica solidale ad essi. La valvola deve essere costruita nel rispetto dei requisiti di progettazione, funzionali e di manutenzione degli impianti di scarico della norma EN 12056. Il dispositivo deve essere completamente smontabile e rimontabile senza ausilio di attrezzature. Il fabbricante deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 9001 ed UNI ISO 14001, pena la non accettazione del materiale.

2. Pozzetto disoleatore

Disoleatore statico da interro per oli non emulsionati con sistema di gestione UNI EN ISO 9001 e ISO 45001, realizzato in cemento armato vibrato monoblocco, rinforzato con pilastri verticali e puntoni orizzontali in acciaio inox, con materiali certificati CE, calcestruzzo in classe di resistenza a compressione C45/55 (RCK>55 N/mm²), armature interne in acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento, fibre d'acciaio GREESMIX5® (Brevetto N.0001421398 rilasciato dal Ministero dello Sviluppo Economico) e rete elettrosaldata a maglia quadrata di tipo B450C, corredato di attestazioni RESISTENZA CHIMICA e REAZIONE AL FUOCO (classe: A1) rilasciate da organo esterno secondo le norme UNI EN.
Completo di: fori di ingresso/uscita, raccordi in pvc con guarnizioni in gomma elastomerica sigillati ermeticamente; n.2 setti in c.a.v.; comparto di dissabbiazione con carter o deflettori in acciaio/pvc, serbatoio raccolta oli; comparto di flottazione con n.1 canale microforato con filtro a coalescenza estraibile; comparto di disoleazione con n.2 filtri Adsorboil a cuscino, filtro Refill a coalescenza in telaio in acciaio inox AISI 304 estraibile e lavabile, dispositivo di chiusura automatica del tipo Otturatore automatico a galleggiante interamente realizzato in acciaio inox AISI 304 e conforme alla norma UNI EN 858-1; pareti esterne trattate con prodotti impermeabilizzanti idonei.

Art. 9 Tubazioni in pvc per fognatura

Tubi a parete solida di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per scarichi interrati e fognature non a pressione, per installazione all’esterno della struttura dell’edificio (codice di applicazione “U”) o interrati entro la struttura dell’edificio (codice di applicazione “D”). I tubi sono prodotti con policloruro di vinile in ragione superiore all’80% in massa, con la aggiunta di additivi di alta qualità per ottimizzare la produzione in conformità allo standard UNI EN 1401-1. I tubi sono forniti da azienda con sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato da ente terzo accreditato e sono prodotti secondo la norma UNI EN 1401-1 con marchio di conformità rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato per il prodotto oggetto dell’appalto (certificazione di conformità di prodotto secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012

e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012). Il colore dei tubi è rosso mattone RAL 8023 con marcatura stampata sul componente. I tubi possono essere forniti in barre di lunghezza 6 m con bicchiere integrato. La giunzione ad innesto maschio-femmina prevede una guarnizione di tenuta, conforme alla norma UNI EN 681-1, realizzata in elastomero termoplastico.
I tubi hanno diametro nominale DN/OD ... mm, rapporto dimensionale normalizzato: SDR …, rigidità anulare nominale, secondo EN ISO 9969: SN… (kN/m2). La materia prima utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DELLA MATERIA PRIMA		
Densità media	g/cm3	1,44 – 1,49
Modulo di elasticità	MPa	3000
Coefficiente di Poisson	-	0,4
Resistenza elettrica superficiale	Ω	> 10^{12}
Coefficiente di espansione termica lineare medio	mm/mK	0,06 - 0,08
Conducibilità termica	W/mK	≈ 0,15
Infiammabilità	-	Autoestinguente (classe 1)
Compatibilità chimica secondo UNI ISO/TR 7473		

Dal punto di vista dimensionale sono ammesse le seguenti misure e tolleranze:

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI								
Diametro (mm)			SN2 SDR51 U		SN4 SDR41 U D		SN8 SDR34 U D	
			Spessore (mm)					
Nominale	Minimo	Massimo	min	max	min	max	min	max
110	110,0	110,3	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125,0	125,3	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160,0	160,4	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200,0	200,5	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250,0	250,5	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315,0	315,6	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
400	400,0	400,7	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450,0	450,8	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500,0	500,9	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3

Art. 10 Cavidotti in materiale plastico

3. Cavidotto leggero 450N

Tubazione in polietilene corrugato a doppia parete, realizzato per coestrusione continua delle due pareti, di colore rosso all'esterno e nero all'interno. Confezionata in rotoli da 25 o 50 metri o in barre da 6 metri, completa di manicotto di giunzione e filo preinserito per il traino con cordino di tiro(solo per i rotoli). Il tubo per protezione cavi dovrà essere rispondente alla norma EN 61386-1 ed EN 61386-24 certificato dall'istituto accreditato IMQ, marcato CE con classificazione di resistenza all'urto serie N e resistenza allo schiacciamento superiore di 450 N.
La tubazione sarà prodotta da azienda regolarmente iscritta al Consorzio obbligatorio PolieCo D.Lgs. (152/2006 - art. 234) e dotata dei seguenti sistemi di gestione (certificati e validati da ente terzo accreditato):
- qualità, secondo UNI EN ISO 9001;
- ambiente, secondo UNI EN ISO 14001;
La materia prima utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche della materia prima in granuli

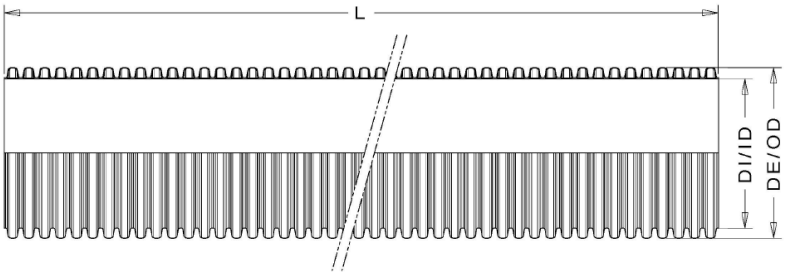
Densità media	g/cm³	≥ 0,93	EN ISO 1183-1
Indice di fluidità di massa (190°C; 5 kg)	g/10 min	≤ 1,6	EN ISO 1133
Modulo di elasticità	MPa	≥ 800	ISO 527
Coefficiente di Poisson	-	0.45	-

In generale la tubazione avrà le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche generali

Resistenza allo schiacciamento	N	> 450	EN 61386-1:2008 ed EN 61386-24:2010
Raggio di curvatura	min	15 volte DE	-
Limiti di impiego	°C	-50 / +60	-

Dal punto di vista dimensionale sono ammesse le seguenti misure e tolleranze:



Dimensionali

DE/OD [mm]	DI/ID [mm]	L* [m]
40	31	50
50	40	50
63	50	50
75	60	50
90	73	50
110	92	50
125	105	50
160	137	50
200	171	25

4. Cavidotto pesante 750N

Tubazione in polietilene corrugato a doppia parete, realizzato per coestrusione continua delle due pareti, di colore grigio all'esterno e giallo all' interno. Confezionata in barre da 3 o 6 metri, completa dimanicotto di giunzione e filo preinserito per il traino con cordino di tiro(solo per i rotoli). Il tubo per protezione cavi dovrà essere rispondente alla norma EN 61386-1 ed EN 61386-24 certificato dall'istituto accreditato IMQ, marcato CE con classificazione di resistenza all'urto serie N e resistenza allo schiacciamento superiore di 750 N.

La tubazione sarà prodotta da azienda regolarmente iscritta al Consorzio obbligatorio PolieCo D.Lgs. (152/2006 - art. 234) e dotata dei seguenti sistemi di gestione (certificati e validati da ente terzo accreditato):

- qualità, secondo UNI EN ISO 9001;
- ambiente, secondo UNI EN ISO 14001;

La materia prima utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche della materia prima in granuli

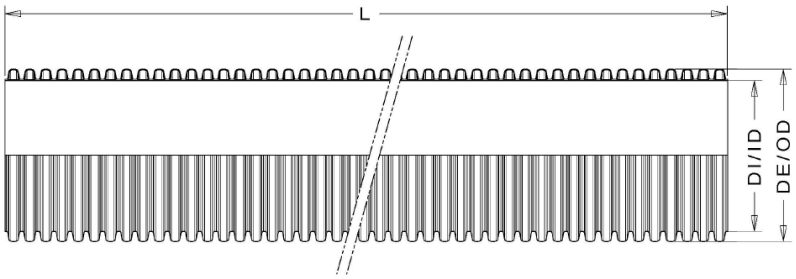
Densità media	g/cm³	≥ 0,93	EN ISO 1183-1
Indice di fluidità di massa (190°C; 5 kg)	g/10 min	≤ 1,6	EN ISO 1133
Modulo di elasticità	MPa	≥ 800	ISO 527
Coefficiente di Poisson	-	0.45	-

In generale la tubazione avrà le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche generali

Resistenza allo schiacciamento	N	> 750	EN 61386-1:2008 ed EN 61386-24:2010
Raggio di curvatura	min	15 volte DE	-
Limiti di impiego	°C	-50 / +60	-

Dal punto di vista dimensionale sono ammesse le seguenti misure e tolleranze:



Dimensionali

DE/OD [mm]	DI/ID [mm]	L* [m]
110	92	6
125	105	6
160	137	6
200	171	6

Art. 11 Pozzetti idraulici

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura:

- pozzetti prefabbricati in c.a.v.;
- pozzetti in PE strutturato.

le presenti norme e le prove, sono relative ai pozzetti ispezionabili a sezione quadrata o rettangolare, prefabbricati, in calcestruzzo armato, conformi alla norma UNI EN 1917, da utilizzare nelle reti idriche e nelle reti di fognatura nera.

Tutti gli elementi costituenti il pozzetto (elemento di fondo, elementi intermedi, elemento di copertura) devono essere marcati CE. I pozzetti d'ispezione prefabbricati devono avere dimensioni interne minime pari a 0.80 x 0.80 m e passo d'uomo, ricavato nell'elemento di copertura, pari a minimo 600 mm. Devono essere dotati di chiusini di ghisa sferoidale di classe D400, e di scale/gradini in acciaio con rivestimento in materiale plastico con idoneo 'antisdrucciolo' e con eventuali presidi per la discesa/risalita in sicurezza da parte degli operatori (gabbia, asta per aggancio della cintura di sicurezza, ecc.). Non sono ammessi chiusini e scale/gradini in plastica o vetroresina o altri materiali compositi.

Le Ditte produttrici devono possedere un Sistema Qualità aziendale secondo la norma vigente ISO 9001, per la produzione di pozzetti in calcestruzzo armato non armato, turbo-vibrati e monolitici, approvato da Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Per quanto non specificato presente nel disciplinare, si deve far riferimento alla normativa tecnica ed alla legislazione di cui al paragrafo successivo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17/01/2018: Norme Tecniche per Costruzioni.
- Circolare 21/01/2019 n. 7/CSLLPP: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle
- "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.P.R. 246/93: Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.
- Regolamento UE n. 305/2011: Regolamento sui prodotti da costruzione.
- UNI EN 1917: Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.
- UNI 11385: Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali. Requisiti e metodi di prova complementari alla UNI EN 1917.
- UNI EN 13101: Gradini per camere di ispezione sotterranee - Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità.
- UNI EN 197-1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 206: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.
- UNI 11417: 2012 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo.
- UNI EN 124-1: Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova.
- UNI EN 124-2: Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 2: Dispositivi di coronamento e chiusura fatti in ghisa.
- UNI EN 681-1: Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- UNI EN 1610: Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

MARCATURA CE

La norma EN 1917 è entrata pienamente in vigore, pertanto ai sensi del punto A del cap. 11.1. delle NTC 2018 l'immissione sul mercato e l'impiego di prefabbricati in calcestruzzo coperti dalla EN 1917 sono possibili soltanto se questi sono in possesso della Marcatura CE, prevista dal Regolamento UE 305/2011. Ogni elemento prefabbricato costituente il pozzetto deve essere quindi obbligatoriamente marchiato con il riferimento alla UNI EN 1917.

VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Sulla base delle indicazioni contenute nelle NTC di cui al D.M. 17 gennaio 2018, nella Circolare del 21 gennaio 2019 n. 7/C.S.LLPP per tali opere strutturali si possono assumere i seguenti parametri da utilizzare in presenza di azioni sismiche:

- Vita Nominale dell'opera (Vn – Tab 2.4.I): costruzione di tipo 2 - Opere ordinarie – 50 anni;
- Classe d'uso (par. 2.4.2): III - costruzioni il cui collasso può causare danni ambientali;
- Coefficiente d'uso (Cu- Tab. 2.4.II): 1,5; da cui, risulta un periodo di riferimento per l'azione sismica pari a: $Vr = Vn \cdot Cu = 50 \cdot 1,5 = 75$ anni.

DEPOSITO DEI CALCOLI

Con la marcatura CE, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art. 58 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 (art.9 della Legge 05.11.71 n.1086).

1. Generalità

I pozzetti prefabbricati in c.a., a sezione quadrata o rettangolare, devono essere in tutto conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1917. La struttura del generico pozzetto ispezionabile si compone essenzialmente dei seguenti elementi:

- elemento di base o di fondo;
- elementi camera o intermedi;
- elemento di copertura.

Gli elementi devono essere realizzati in conglomerato cementizio vibrocompresso e devono avere uno spessore tale da sopportare senza alcuna fessurazione, i massimi carichi dovuti ai sovraccarichi permanenti (es. rinterri) e al carico dinamico stradale.

2. Elemento di base

Il fondo deve essere sagomato (canale di scorrimento e banchine) in maniera tale da creare un invito, nel senso dello scorrimento del refluo e garantire la continuità idraulica e l'assenza di fenomeni d'accumulo. Sui lati dell'elemento di fondo vi è la predisposizione all'apertura di fori per il collegamento con i tubi (in entrata e in uscita, nel caso di pozzetto per fognatura) o per il passaggio dei tubi (condotte passanti, in caso di pozzetto di misura e/o regolazione nelle reti idriche oppure in caso di pozzetti 'spia' per attraversamenti stradali o ferroviari). Per applicazioni in rete fognaria (per le quali è comunque da preferirsi il pozzetto di ispezione circolare monolitico), in corrispondenza delle aperture, può essere previsto l'inserimento di sistema di tenuta del tipo 'BKK', adatto al collegamento tra tubazioni di gres ceramico e pozzetti, oppure l'inserimento di un manicotto in materiale plastico per collegamenti da tubi di PE100 o PPHM e pozzetto. Inoltre, in tali casi, al fine di migliorarne la resistenza chimica, l'elemento di base può essere rivestito mediante:

- malta polimerica POLYCRETE da applicare a spatola, di spessore non inferiore a 10 mm;
- grès ceramico con fondi fogna e mattonelle incollate con apposito adesivo.

3. Elementi camera

Gli elementi camera o elementi intermedi sono necessari per raggiungere dal fondello la quota stradale. L'elemento camera si utilizza quando le quote di scorrimento sono superiori alla sommatoria delle altezze dell'elemento di base e dell'elemento di copertura. Le altezze degli elementi intermedi sono pari a 25, 50 e 100 cm. Gli elementi sono provvisti di scalini inseriti nella parete del pozzetto.

4. Elemento di copertura

L'elemento terminale di copertura è sostanzialmente una piastra piana avente generalmente altezza pari o superiore a 20 cm, dotata preferibilmente di risega inferiore compatibile con la risega dell'ultimo elemento camera e dotata di idonea apertura circolare con diametro minimo 600 mm, in corrispondenza della quale viene alloggiato il chiusino di ghisa sferoidale. Il carico di rottura secondo la norma UNI EN 1917 deve essere superiore a 300 kN, concentrato sul chiusino.
Il pozzetto deve essere completato con cosiddetti "elementi raggiungi-quota" in calcestruzzo vibrato, con diametro interno Æ 600, spessore cm 15, ed altezze generalmente pari a 5, 10, 15, 20 cm.

5. Elementi per pozzetti di salto

Nelle reti fognarie può essere previsto l'utilizzo di cosiddetti "pozzetti di salto". Per piccoli salti (20-30 cm) l'elemento di base deve accogliere sia il tubo in entrata che quello in uscita. Per salti più alti, l'elemento di base deve avere il solo innesto per il tubo in uscita, mentre l'entrata deve essere realizzata mediante un foro praticato sulla parete di uno degli elementi

intermedi, al quale si connette un pezzo a T in plastica, al quale è collegato, orizzontalmente, un tappo per ispezione e, verticalmente, un tratto di tubo in plastica che giunge fino al piano di scorrimento (onde evitare che il refluo possa imbrattare la parete del pozzetto o gli operatori durante le fasi di manutenzione).

6. Guarnizioni elastomeriche di tenuta e materiali per sigillatura dei giunti

Le guarnizioni per pozzetti quadrati non vengono incorporate negli elementi prefabbricati in fase di produzione (contrariamente a quanto accade per i pozzetti e le guarnizioni circolari), bensì vanno posate in opera. Esse devono essere preferibilmente in NBR e devono essere conformi alla norma UNI EN 681-1 Considerato che potrebbe non trattarsi di elementi perfettamente solidali e compatibili con gli elementi prefabbricati, al fine di ottenere la perfetta tenuta idraulica, deve essere prevista l'applicazione, in corrispondenza delle giunzioni tra gli elementi del pozzetto, di idonee malte sintetiche sigillanti, applicate all'interno e, preferibilmente, anche all'esterno del pozzetto. Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.

7. Classi di resistenza meccanica

La classe di resistenza è il carico minimo di schiacciamento, espresso in KN/m, diviso per un millesimo della lunghezza nominale (LN) di un elemento. Secondo i punti 4.3.5 delle norme UNI EN 1917 e UNI 11385, il carico minimo di rottura per schiacciamento per metro di altezza degli elementi intermedi deve essere almeno 30 kN/m moltiplicato per la lunghezza interna nominale espressa in metri.
Gli elementi intermedi in calcestruzzo armato devono rispettare tutti i requisiti richiesti dal p.to 5.2.3 della norma UNI EN 1917 e UNI 11385. Gli elementi di chiusura in calcestruzzo armato devono rispettare tutti i requisiti richiesti dal p.to 5.2.4 della norma UNI EN 1917.

8. Marcature sugli elementi del pozzetto

Le marcature devono essere stampate sugli elementi dei pozzetti o su etichette, in modo che dopo lo stoccaggio e la consegna in cantiere siano ancora ben visibili sul prodotto. Sugli elementi o sulle etichette devono essere riportate le seguenti indicazioni minime:

- il riferimento alla norma UNI EN 1917;
- nome e/o il marchio del fabbricante;
- lotto/data di produzione;
- caratteristiche prestazionali dei manufatti: classe di resistenza o carico minimo di schiacciamento verticale;
- marchio CE.

9. Prove e collaudi in stabilimento

Il produttore degli elementi prefabbricati, tramite l'apposizione della marcatura CE, garantisce l'esecuzione di tutti i controlli, le prove ed i collaudi definiti dalla UNI EN 1917 necessari a garantire le caratteristiche prestazionali dei pozzetti.

10. Documentazione di accompagnamento

Il Direttore dei Lavori deve richiedere per ogni diverso prodotto almeno i seguenti documenti:

- documento di trasporto;
- copia della Dichiarazione di Prestazione (redatta in conformità al Regolamento Europeo n.305/2011) con riferimento alla UNI EN 1917 sottoscritta dal produttore.

11. Accettazione del prodotto

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto, deve effettuare i seguenti controlli:

- controllo marcatura CE (verifica della presenza del marchio 'CE' sugli elementi che costituiscono il pozzetto).
- controllo visivo delle superfici (verifica che le superfici interne ed esterne degli elementi risultino lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità, la durabilità, l'assemblaggio e la tenuta degli stessi);
- controllo dimensionale (verifica che le dimensioni degli elementi forniti sia conformi a quanto dichiarato dal produttore richiesto negli elaborati di progetto);

E si deve, inoltre, acquisire:

- la Certificazione del Sistema Qualità aziendale della Ditta produttrice conforme alla vigente norma ISO 9001, per la produzione di pozzetti in c.a., approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021;
- la documentazione di cui al paragrafo precedente.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione dei lavori procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive in fabbrica. I pozzetti non sono accettati nei casi in cui manchino tutte o alcune marcature CE prescritte e/o qualcuno dei requisiti tecnici prescritti. Non sono accettati, inoltre, i pozzetti prodotti da ditta che non possieda la certificazione del Sistema Qualità e tutti gli altri documenti richiesti. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere l'esecuzione delle prove e dei controlli di cui ai paragrafi precedenti, presso un Laboratorio indipendente ed accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, con spese relative a carico della ditta appaltatrice. Qualora i risultati delle prove in Laboratorio si discostino impropriamente (anche per una sola caratteristica) dai requisiti richiesti dalle norme, nonché dai valori attestati nella dichiarazione di prestazione CE del fornitore relativo al lotto in esame, la fornitura è rifiutata.

12. Pozzetti in PE strutturato

I pozzetti in polietilene strutturato saranno certificati dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici e conformi alle norme UNI EN 13598-1 e pr EN 13598-2 per quanto riguarda caratteristiche dei materiali costituenti e delle guarnizioni, caratteristiche generali, geometriche e meccaniche e requisiti prestazionali.

I pozzetti dovranno essere idonei a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale). I pozzetti potranno essere con elemento di base stampato, costituiti da:

- elemento di base in PEMD stampato, predisposto per l'innesto delle tubazioni;
- elementi intermedi in PEAD strutturato;
- elemento terminale in PEMD, con eventuale riduzione.

ovvero ricavati da tubo in PEAD strutturato mediante saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura). La giunzione tra i diversi elementi dei pozzetti con elemento di base stampato sarà realizzata per saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura) o guarnizione in gomma EPDM; pure in gomma EPDM saranno gli innesti delle tubazioni afferenti al pozzetto.

Art. 12 Cemento

Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197. dotati di Attestato di Conformità CE.

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto, tenendo presenti, oltre a quanto previsto nella Tabella 19 G (vedi cap. 19.3), i requisiti di:

- compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto;
- calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50 cm.

Qualora opportuno potranno essere utilizzati cementi speciali, quali: cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati resistenti ai solfati (secondo UNI 9156), o resistenti al dilavamento (secondo UNI 9606), oppure a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH conformemente alla UNI EN 197-1

Art. 13 Aggregati per c.a.

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali. Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane). Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella Tabella 20 A e comunque almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il Progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Nella Tabella 20 A sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 10972	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA30 Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A.20
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli <10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO3 < 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	< f1,5

	Aggr. grosso frantumato da roccia		< f4,0
	Sabbia non frantumata		<_f3,0
	Sabbia frantumata		<ff10
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ¿80 MB < 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl- < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI >_0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI >_0,12 (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m^3 di aggregati impiegati.		

Art. 14 Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi:

- l'acqua potabile;
- acqua proveniente da depuratori delle acque di aggottamento di cantiere;
- l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio; qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1g/l. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

Art. 15 Acciaio per c.a.

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (NTC-2018) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080. L'acciaio per

c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f0.2k (MPa)		>450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		>540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk})		> 1.15 < 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, E_{uk} (%)		> 7.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di II piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) < 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o f0.2k (MPa)		>450	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_k (MPa)		>540	5.0
Valore minimo di k = (f_t/f_{yk}) (*)		> 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, E_{uk} (%) (*)		> 2.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) < 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

Art. 16 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto per l'acciaio per c.a., di diametro compreso fra 5 e 12mm, con distanza assiale non superiore a 330mm. I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore (D.M. 09/01/96)e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

Art. 17 Acciaio per strutture metalliche

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

S	simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
355	indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori < 16mm, espresso in N/mm^2;
J0, J2, K2	designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
W	indicazione di acciaio CORTEN;
Gx, Gy	stato di fornitura a discrezione del produttore;

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n. 246/93. Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalle norma EN 10025 (è ammesso l'uso di acciai CORTEN).

Art. 18 Misto granulare non legato per fondazione

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31.5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6.3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0.5	8-23
setaccio 0.063	3-10

- rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5mm inferiore a 2/3.
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933-8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
- Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 - Miscele non legate o legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Art. 19 Conglomerati bituminosi

I materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. Relativamente alle loro miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi paragrafi. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione Lavori. I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione ed alla consegna (valori di soglia);

- Contenuto di legante (categoria e valore reale);
- Composizione granulometrica (valore %);
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categorie e valore reale).

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche.)

Art. 20 Conglomerati bituminosi fresati

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, di proprietà della stazione Appaltante o dell'Appaltatore, per brevità chiamati nel seguito "fresati" sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti, sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con altri materiali vergini, come descritto all'Art. 32, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, come descritto all'Art. 24, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni. Lo stoccaggio definito "messa in riserva" e l'impiego definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia.
II fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti separando il fresato derivante da pavimentazione drenante dal fresato di altra origine.
Sarà compito dell'Impresa provvedere alla vagliatura del materiale in modo da separarlo in classi granulometriche che ne favoriscano l'ottimale reimpiego.

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, nè la garanzia dell'Appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, nè alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

Art. 22 Scavi

1. Norme generali

Definizioni e generalità

Per scavo s'intende l'asportazione dalla loro sede di terreni e materiali litoidi di qualsiasi natura. L'asportazione comprende la rimozione dei materiali scavati ed il loro trasporto per l'eventuale riutilizzo nell'ambito del cantiere o per la destinazione a rifiuto. Gli scavi sono di norma finalizzati a realizzare superfici o volumi cavi a geometria definita. In relazione agli spazi operativi disponibili, alla vicinanza di strutture preesistenti, alle geometrie da rispettare ed alla consistenza dei materiali da scavare gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e con l'impiego di esplosivi. L'Appaltatore dovrà provvedere ad apporre alle aree di scavo opportune recinzioni e segnaletiche diurne e notturne secondo le vigenti norme di legge. L'Appaltatore dovrà adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura, compresa tra le cautele la temporanea sostituzione dei manufatti o deviazione delle reti ed il tempestivo ripristino a fine lavori. Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

La geometria degli scavi

L'Appaltatore è tenuto a rispettare la geometria degli scavi prevista dal Progetto. In particolare dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo secondo quote e pendenze di Progetto, curando anche che il fondo degli scavi sia compattato secondo le indicazioni del Progetto. Per quanto riguarda le opere di sostegno multitirantate, nessuno scavo potrà essere eseguito al disotto della quota prevista per la realizzazione dell'ordine di tiranti in corso, se prima l'ordine stesso non sarà completato e messo in tensione. Qualora negli scavi si fossero superati i limiti assegnati, l'Appaltatore dovrà ricostituire i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei. Prima di procedere a fasi di lavoro successive, l'Appaltatore dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori.

Puntellature, franamenti, scavo per campioni

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. In ogni caso resta a carico dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.
Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie. L'appaltatore, in contraddittorio con la D.L., dovrà prevedere tutti gli opportuni e necessari accorgimenti realizzativi (opere,

riprofilature, berme intermedie, regimazione e allontanamento delle acque superficiali, proiezione di betoncino stabilizzante, ...) per garantire durante tutte le fasi del lavoro la stabilità dei fronti di scavo con adeguati margini di sicurezza. La realizzazione degli scavi deve avvenire per conci successivi, la cui estensione dovrà essere ponderata in situ alla luce di:

- condizioni idrauliche;
- effettive condizioni di stabilità del fronte (condizioni geotecniche, stratigrafiche);
- necessità di interventi e/o accorgimenti.

La fasistica e la tempistica realizzativa degli scavi deve essere tale da garantire la stabilità a breve termine anche in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.). In ogni caso, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate e scongiurando il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio). Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, stratigrafiche ed idrauliche in sito.

Disboscamento e regolazione delle acque

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed all'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- all'eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti e gestione dei materiali di risulta.

L'Appaltatore dovrà assicurare in ogni caso il regolare deflusso delle acque, facendosi carico di tutti gli oneri derivanti dal loro eventuale smaltimento e/o trattamento secondo le vigenti norme di legge (DLgs 152/2006).

Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (DLgs 152/2006).
Nel caso in cui venga accertata la compatibilità ambientale, tale materiale potrà essere utilizzato secondo quanto previsto negli elaborati di Progetto e l'Appaltatore dovrà, tra l'altro, farsi carico dell'eventuale deposito temporaneo e custodia degli inerti. Nel caso contrario, i materiali di scavo dovranno essere trattati come un rifiuto e potranno essere riutilizzati o smaltiti secondo quanto previsto nelle normativa vigente. Qualora l'Appaltatore dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando questi fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature. La parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti, avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme. I materiali utilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni opportune secondo le necessità e le prescrizioni delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Appaltatore

2. Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per:

- la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati;
- l'apertura della sede strada, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di Progetto;
- le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%;
- la bonifica del piano di posa di rilevati o di altre opere;
- lo spianamento del terreno;

- l'impianto di opere d'arte;
- il taglio delle scarpate di trincee o di rilevati;
- la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

3. Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione. Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in Progetto. Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

- per uno spessore di 30*50 cm, sabbia fine lavata;
- per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40MPa nell'intervallo tra 1,5-2,5daN/cm^2. I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.
Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

4. Scavi subacquei e scavi all'asciutto

Gli scavi di fondazione sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno. Comunque, ove possibile, gli scavi verranno eseguiti all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo dello scavo. Allo scopo l'Appaltatore dovrà predisporre adeguati drenaggi e aggottamenti per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di filtrazione o di ruscellamento. I mezzi predisposti per l'aggottamento dell'acqua dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo. Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;
- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento; all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento /smaltimento delle acque.

Art. 23 Demolizioni e Rimozioni

I materiali di risulta provenienti da demolizioni o rimozioni dovranno essere gestiti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (DLgs 152/06).

1. Demolizione di murature, fabbricati e strutture

Rientrano in questo capitolo le demolizioni di fabbricati, di murature e di strutture di qualsiasi genere. In particolare per quel che riguarda i manufatti in calcestruzzo sono contemplati sia quelli in calcestruzzo semplice sia quelli in calcestruzzo armato o precompresso. Le demolizioni potranno essere integrali o parziali a sezione obbligata e potranno essere eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Mezzi da impiegare

Per le demolizioni di cui sopra si potranno impiegare vari mezzi:

- meccanici: scalpello manuale o meccanico, martello demolitore; cesoia manuale o elettromeccanica, fiamma ossidrica;
- chimici ad azione lenta: agenti espansivi senza propagazione di onda d'urto
- chimici ad azione rapida: agenti esplosivi
- idraulici: pompe ad altissima pressione (idrodemolizione)

L'Appaltatore impiegherà i mezzi previsti dal Progetto e ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Criteri e precauzioni

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni ed accorgimenti in modo da garantire la sicurezza delle operazioni ed in particolare prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso. L'Appaltatore dovrà anche definire modalità operative finalizzate ad evitare la formazione e dispersione di polveri nell'atmosfera. Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e circostanti e le proprietà di terzi.
L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi. L'Appaltatore dovrà anche mettere in atto una recinzione provvisoria e la necessaria segnaletica diurna e notturna nei luoghi interessati dalle demolizioni. Nel caso d'impiego di esplosivi saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri connessi con la richiesta e l'ottenimento di tutti i permessi necessari da parte delle competenti Autorità, la fornitura di tutti i materiali necessari e il loro trasporto, stoccaggio e impiego in linea con le misure di sicurezza fissate dalla legge. Inoltre l'Appaltatore sarà tenuto ad utilizzare personale in possesso dei titoli di qualifica previsti dalla legge, documentandolo opportunamente. Saranno a carico dell'Appaltatore le operazioni connesse all'eventuale interruzione e ripristino di servizi elettrici e telefonici, reti di distribuzione acqua e gas, reti e canalette di drenaggio ecc. Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7*0,8MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali. Tra gli oneri dell'Appaltatore rientra anche, salvo diverse prescrizioni di Progetto, la pulizia delle aree sulle quali sono eseguite le opere di demolizione nonché il riempimento di eventuali scavi fino ad ottenere un piano di lavoro adeguato allo svolgimento delle successive operazioni previste dal Progetto. Tra gli oneri dell'Appaltatore rientra anche, salvo diverse prescrizioni di Progetto, la pulizia delle aree sulle quali sono eseguite le opere di demolizione nonché il riempimento di eventuali scavi fino ad ottenere un piano di lavoro adeguato allo svolgimento delle successive operazioni previste dal Progetto. Tutte queste operazioni, ed in particolare gli eventuali rinterri, devono essere eseguite in linea con le prescrizioni delle altre sezioni del capitolato.

Demolizioni su strada in esercizio

Per le demolizioni da eseguirsi su strada in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati. In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su strade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

Idrodemolizioni

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500bar, con portate fino a 300l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa. Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in Progetto. L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante. Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

2. Demolizione di pavimentazione in conglomerato bituminoso

La demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso può essere realizzata mediante specifiche attrezzature fresatrici o mediante attrezzature tradizionali polifunzionali.

Demolizione di pavimentazione realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta. Su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire. Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. Devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.
L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal Progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio. Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali, deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori, munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm, essa potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi, di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature. Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

3. Rimozioni

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio; nello smontaggio della pensilina è compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc.;
- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri, trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;
- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.
- rimozione e smaltimento delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto, da eseguirsi secondo le modalità prescritte dalle specifiche normative vigenti. L' Appaltatore incaricato di tale attività dovrà essere iscritto all' Albo Nazionale Gestori Ambientale (Categoria 10).

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per lo smaltimento in deposito o il trasporto nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

Art. 24 Rilevati

1. Definizioni e premesse di carattere generale

Definizioni

Rilevato:

insieme di operazioni di scavo e di riporto per costituire con aggregati naturali, industriali, riciclati o misti uno stabile piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione) a quota superiore al piano di scotico. La definizione si applica sia alle strade che ai piazzali.

Rilevato rinforzato:

rilevato che ingloba tra gli strati di aggregato naturale elementi di rinforzo disposti in direzione orizzontale o sub-orizzontale, su uno o più livelli.

Trincea:

insieme di operazioni di scavo e di riporto al fine di costituire uno stabile piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione) a quota inferiore al piano di scotico.

Piano di scotico:

si intende il piano posto a 20 cm sotto il piano campagna locale.

Bonifica

Spessore di terreno da rimuovere o da stabilizzare, qualora i terreni rinvenuti sul piano di scotico non siano ritenuti idonei.

Piano di posa dei rilevati

Piano corrispondente a quello di scotico.

Sottofondo:

Strato di rilevato di spessore 30 cm, immediatamente sottostante la soprastruttura (o pavimentazione) costituito da terreno naturale, eventualmente trattato con calce o cemento (terre stabilizzate) o da aggregati naturali, riciclati o misti riportati.

Soprastruttura (o pavimentazione):

Struttura sovrapposta al sottofondo destinata a consentire il regolare moto dei veicoli, costituita dallo strato di fondazione, dallo strato di collegamento e dallo strato di usura. Gli strati di usura e di collegamento, entrambi in conglomerato bituminoso, costituiscono il manto stradale.

Terreno:

Si intende la roccia, sia essa sciolta (terra) che lapidea, considerata nel suo ambiente naturale.

Terra:

Si intende ogni roccia sciolta per natura.

Terra stabilizzata:

Terra trattata in modo tale che la suscettibilità all'acqua risulti ridotta e le caratteristiche meccaniche risultino migliorate durevolmente.

Aggregato naturale:

Materiale sciolto di origine minerale che non è stato assoggettato a nient'altro che a lavorazioni meccaniche; può essere prodotto anche dalla frantumazione di rocce lapidee.

Aggregato industriale:

Materiale sciolto di origine minerale derivante da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo. Nel presente Capitolato Speciale, per ragioni di eco-compatibilità è contemplato l' esclusivo uso di argille espanse.

Aggregato riciclato:

Materiale sciolto risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni. Nel presente Capitolato Speciale si fa riferimento all' utilizzo di calcestruzzo/misti cementati da risulta da demolizioni, fresato del manto bituminoso.

Aggregato misto

Miscela di aggregati naturali e di aggregati riciclati.

Aggregati non alleggeriti:

Materiali costituiti da particelle di densità compresa tra 19.6kN/m^3 e 29.4kN/m^3.

Aggregati alleggeriti:

materiali costituiti da particelle di densità <19.6kN/m^3 e con pesi di volume del materiale allo stato sciolto <11.8kN/m^3.

Dimensioni dell'aggregato

Designazione in termini di dimensioni minime (d) e massime (D) del setaccio espressa come d/D. La designazione accetta che alcune particelle possano essere trattenute dal setaccio di dimensioni massime D e che alcune particelle possano non essere trattenute al setaccio di dimensioni minime d.

Aggregato grossolano:

Materiale caratterizzato da d > 1mm e D > 2mm.

Strato anticapillare:

Strato costituito da aggregati naturali, riciclati o misti di idonea composizione granulometrica per impedire la risalita capillare nel corpo del rilevato o nella soprastruttura (o pavimentazione).

Strato di bonifica:

Materiale costituito da terra stabilizzata o da aggregati naturali, riciclati o misti, di idonea composizione granulometrica, compattati, messi in opera previa asportazione della terra naturale di non adeguate caratteristiche.

Elementi di rinforzo:

Elementi in acciaio o in sostanze polimeriche inglobati tra gli strati di aggregato naturale, in grado di migliorare le condizioni di stabilità del rilevato, grazie alla loro resistenza a trazione.

M_{d1}:

Modulo di compressibilità in prova di carico su piastra da 30cm di diametro minimo richiesto sul piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione).

M_{d2}:

Modulo di compressibilità in prova di carico su piastra da 30cm di diametro minimo richiesto sul piano di scotico, in assenza e/o in presenza dello strato di bonifica.

Premesse di carattere generale

Le prescrizioni riportate nei paragrafi seguenti si applicano al corpo dei rilevati e all'eventuale strato di bonifica; per quanto riguarda la soprastruttura (o pavimentazione) si rimanda integralmente a quanto riportato in articoli del presente Capitolato Speciale specificatamente dedicati.

Le caratteristiche geometriche del corpo del rilevato, la natura e le proprietà geometriche (dimensioni delle particelle, composizione granulometrica), fisico meccaniche e chimiche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato (da piano di scotico a piano appoggio della soprastruttura) e l'eventuale strato di bonifica (al di sotto del piano di scotico), nonché le modalità e sequenze esecutive ed il piano di monitoraggio a controllo delle previsioni progettuali sono quelle indicate nel Progetto esecutivo.

Resta inteso che l'Appaltatore dovrà in tutti i casi sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un Progetto di dettaglio a conforto ed integrazione del Progetto esecutivo, nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà geometriche, fisico meccaniche e chimiche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi, nonché il piano di monitoraggio.

In merito all'attività di monitoraggio, risultano a carico dell'Appaltatore la fornitura e la posa della strumentazione mentre a carico della D.L. risultano la gestione del monitoraggio, intesa come elaborazione dati ed interpretazione ingegneristica degli stessi.

Il progetto di monitoraggio sarà portato a conoscenza dell'Appaltatore all'inizio delle lavorazioni; l'Appaltatore potrà installare strumentazione integrativa rispetto a quanto proposto dalla D.L. così come potrà eseguire proprie letture ed elaborazioni della strumentazione installata dalla D.L., purché garantisca l'integrità della stessa. L'Appaltatore è tenuto a fare redigere dai propri progettisti rapporti mensili di interpretazione dei dati di monitoraggio, sia di quelli elaborati dalla D.L. che dei propri dati.

L'indagine sui terreni di imposta e sui materiali da costruzione comprenderà anche prove chimiche per la valutazione della loro ecocompatibilità, ai sensi della legislazione vigente in materia, nonché di eventuali caratteristiche di aggressività nei confronti di manufatti costituenti l'opera da realizzare; analoghe considerazioni valgono per le acque sotterranee che dovessero interferire con l'opera da realizzare.

L'Appaltatore dovrà dimostrare che il programma di costruzione:

- non comprometterà la stabilità del complesso rilevato terreno di fondazione;
- sia compatibile con il fatto che gli assestamenti residui alla consegna dell'opera risultino non superiori al 10% dei cedimenti teorici residui attesi.

L'installazione degli strumenti di monitoraggio e controllo delle previsioni di Progetto, saranno effettuate da Imprese specializzate di gradimento della Direzione Lavori e del Progettista.

Normativa di riferimento

Oltre alle norme specificatamente elencate negli articoli 3.1.2 e 3.2.3.2 e 3.4 concernenti i materiali utilizzati nella costruzione dei rilevati, si elencato le ulteriori norme richiamate all' interno del testo:

- D.M. 246 del 21 Aprile 1993 regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
- D.Lgs n°152 - 3 Aprile 2006
- "Norme in materia ambientale"
- AHSSTO T/180: 2004 Moisture-density relations of soil using 4.54 kg(10 lb) rammer and 457 mm (18 inch) drop
- CNR BU n. 22 Peso specifico apparente in sito
- CNR BU n. 69 Prova di costipamento di una terra
- EN 13286-1, Miscele legate o non legate con leganti idraulici,parte 1- metodi di prova della massa volumetrica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Introduzione, requisiti generali e campionamenti

- UNI EN 13286-2 Miscele legate o non legate con leganti idraulici,parte 2- metodi di prova della massa volumetrica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor
- CNR- UNI 10009, Determinazione dell'indice di portanza CBR di una terra
- EN 13286-47, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 47: Test method for the determination of the California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling
- EN 13286-41, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures
- CNR-UNI 10008 -Prove su materiali stradali: Umidità di una terra
- EN 13286-46, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 46: Test method for the determination of the moisture condition value
- EN 933-1, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution -Sieving method
- EN 933-2, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures
- EN 932-3 - Tests for general properties of aggregates - Procedure and terminology for simplified petrographic description"
- EN 1097-5, Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 5: Determination of the water content by drying in a ventilated oven
- EN 1097-6, Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption
- CNR-B.U. n. 36 - Stabilizzazione delle terre con calce
- R.D. n. 2231/1939 "Norme sull'accettazione delle calci".
- EN 469-1 building lime -part 1 definitions, specifications and conforming criteria
- EN 469-1 building lime -part 2 test methods
- CNR B.U. n. 146 -Determinazione dei moduli di deformazione Md e M'd mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare
- EN 14227: parte 10 - Miscele legate con leganti idraulici- terreno trattato con cemento
- EN 14227: parte 11 - Miscele legate con leganti idraulici- terreno trattato con calce
- EN 13249 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse le ferrovie e l'inclusione nelle pavimentazioni bituminose)
- EN 13251 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno.

2. Aggregati per la formazione dei rilevati

Provenienza dei materiali

L'Appaltatore dovrà utilizzare i materiali indicati in Progetto. L'Appaltatore potrà aprire, a sua cura e spese, cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di legge, all'idoneità dei materiali, nonché all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori; in tale caso sarà sua cura ottenere dagli Enti competenti il benestare necessario.
In ogni caso, sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla fornitura, trasporto, stoccaggio e rimozione dei materiali provenienti da cave di prestito, così come di quelli provenienti dagli scavi o di quelli riciclati dalle demolizioni.
Prima di impiegare i materiali provenienti sia dalle cave di prestito, sia dagli scavi in roccia (sciolta e lapidea), sia dal riciclo di materiali da costruzione, verrà eseguita dall'Appaltatore una campagna di indagine corredata da prove di laboratorio atta a fornire alla Direzione Lavori un'esauriente documentazione in merito alla natura, ai requisiti geometrici (dimensioni delle particelle, composizione granulometrica), ai requisiti fisici, ai requisiti chimici dei materiali, al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo, secondo quanto indicato dal Capitolato Speciale e/o nel Progetto esecutivo, anche in termini di resistenza alla frammentazione, durabilità ed aggressività, nonché in termini di problematiche ambientali (ecocompatibilità) ai sensi della legislazione vigente in materia. L'Appaltatore è tenuto a sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori, il programma di utilizzo dei materiali, il programma delle eventuali fasi di lavorazioni successive (quali, frantumazione, vagliatura e miscelazione) atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dal Capitolato Speciale e dal Progetto esecutivo. L'eventuale frantumazione, vagliatura e miscelazione del materiale, al fine di portarlo ad idonea pezzatura, è a cura e spese dell'Appaltatore.
L'Appaltatore è tenuto ad instaurare un sistema di controllo di produzione in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993.
Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o prima dell'impiego di materiali di scavo, dovranno essere asportate eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione. Le cave di prestito dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti leggi in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi.
In relazione alla variabilità della provenienza, gli aggregati ottenuti dal riciclo di materiali da costruzione verranno impiegati unicamente se:

- prevalentemente costituiti da frammenti di laterizi, di murature, di intonaci, di conglomerati cementizi, di sovrastrutture stradali e ferroviarie, di allettamenti, di rivestimenti, di prodotti ceramici, di scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo, di materiali lapidei.
- facenti parte di lotti (o partite), previamente caratterizzati secondo quanto previsto dalle normative e leggi vigenti.

È ammesso l'utilizzo di aggregati misti prodotti miscelando aggregati naturali e aggregati riciclati. Gli aggregati utilizzati devono essere identificati almeno nei seguenti termini (designazione):

- fonte e produttore; se il materiale è stato stoccato in un deposito devono essere indicati sia la fonte sia il deposito.
- tipo di aggregato (ai sensi anche della norma EN 932-3).
- dimensione dell'aggregato in termini d/D.

La bolla di consegna deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- designazione;
- data di spedizione;
- numero di serie della bolla.

Prove sui materiali

I materiali che si intendono utilizzare saranno preventivamente sottoposti a prove che attestino la loro ecocompatibilità (sia alla fonte che nell'area di stoccaggio e al momento della loro messa in opera), ai sensi della legislazione vigente (DLgs 152/2006). Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali ai fini dell'ingegneria geotecnica e strutturale delle opere saranno accertate mediante prove di laboratorio. Le prove sugli aggregati naturali non alleggeriti, industriali alleggeriti e sugli aggregati riciclati, verranno effettuate in accordo a quanto previsto dalle seguenti normative e leggi:

- UNI 1006 - Giugno 2002 - "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre"
- UNI EN ISO 14688-1 - Gennaio 2003 - "Identificazione e classificazione dei terreni"
- EN 13242 Aggregati per materiali non legati e per materiali legati con leganti idraulici per impiego in opere di ingegneria civile e costruzioni stradali
- UNI EN 13055-2 - "Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati"
- Circolare n°5205 - 15 Luglio 2005 - "Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale ed ambientale, ai sensi del D.M. n°203 - 8 Maggio 2003.

A titolo indicativo e non esaustivo le prove di laboratorio comprenderanno: Aggregati naturali non alleggeriti:

- analisi granulometrica completa, comprensiva anche dalla valutazione del contenuto di fine.
- determinazione del contenuto naturale d'acqua.
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332-1.
- prova di compattazione ed esecuzione eventuale di:
    - analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa, limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
    - prova edometrica, limitatamente ai materiali a grana fine prelevati dal campione dopo l'esecuzione della prova e compattati al 95% della densità massima (±2%).
- Resistenza alla frammentazione per gli aggregati grossolani (d > 1mm; D > 2mm). Tale resistenza verrà valutata in accordo con la norma EN 1097-2. Si esclude l' impiego di materiali di categoria LA >40 salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori
- Perdita di massa e resistenza alla frammentazione nel caso di basalti. Tale resistenza verrà valutata in accordo con la norma EN 1097-2. L' incremento del coefficiente LA dovrà risultare inferiore all' 8%, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori

- Peso specifico delle particelle
- Contenuto di solfati solubili agli acidi. Tale contenuto verrà valutato in accordo con la norma EN 1744-1. Tale contenuto dovrà essere inferiore a 0.8%, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori
- Contenuto di solfuri. Tale contenuto verrà valutato in accordo con la norma EN 1744-1. Tale contenuto dovrà essere inferiore a 1.0%, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori
- Resistenza a cicli di gelo e disgelo (in zone a clima avverso). Tale Resistenza verrà valutata in accordo con la norma EN 1097-6. Il materiale dovrà rientrare nelle categorie F1 e F2, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori

Aggregati industriali alleggeriti:

- Peso di volume dell'aggregato sciolto.
- Peso specifico delle particelle.
- analisi granulometrica completa, comprensiva anche dalla valutazione del contenuto di fine.
- Contenuto d'acqua del materiale prima della posa in opera.
- Prova di assorbimento d'acqua nei vuoti intra-particellari.
- Resistenza alla frantumazione;
- Resistenza a cicli di gelo e disgelo (in zone a clima avverso).
- Prova di compattazione.

I limiti di accettabilità saranno indicati in Progetto.

Aggregati riciclati:

Prove di classificazione indicate nella circolare n° 5205 del 15 Luglio 2005. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire le prove iniziali e a sottoporre il relativo programma all'approvazione della Direzione Lavori ogni volta si presentino le seguenti circostanze:

- venga utilizzato una nuova fonte di aggregato;
- sia subentrato un cambiamento significativo della natura e caratteristiche dell'aggregato e delle condizioni di lavorazione, tale da influenzarne le proprietà geometriche, fisiche, chimiche e meccaniche.

I risultati delle prove iniziali dovranno essere documentati e costituire un punto di partenza per il controllo di produzione. Il numero dei controlli di produzione, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, sarà non inferiore a quello previsto dalle già citate norme e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori. Le registrazioni tenute dovranno indicare quali procedimenti di controllo qualità sono stati messi in atto durante la produzione dell'aggregato. L'esito di ciascuna prova verrà allegato al Piano di Controllo Qualità e farà parte del dossier di qualità dell'opera. Su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento;
- la designazione dell'aggregato;
- la normativa utilizzata;
- la data di esecuzione della prova;
- i risultati ottenuti su supporto informatico e cartaceo.

Le prove iniziali di qualifica saranno effettuate da laboratori ufficiali certificati. La Direzione Lavori potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali.

Documentazione soggetta ad approvazione

Prima di iniziare la costruzione dei rilevati, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

Aggregati naturali provenienti da cave di prestito

- benestare degli enti competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
- una mappa dell'area di cava in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali.
- il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- documentazione provante il fatto che le cave di prestito verranno coltivate nel rispetto delle vigenti leggi in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Analoga documentazione dovrà essere prodotta per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi.
- progetti di ripristino ambientale in accordo con le normative e leggi vigenti.

Aggregati naturali provenienti da scavi

- una mappa in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali.
- il programma delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- documentazione provante il fatto che gli scavi verranno effettuati nel rispetto delle vigenti leggi in modo che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Analoga documentazione dovrà essere prodotta per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi.

Aggregati riciclati

- documentazione indicante le modalità di caratterizzazione e campionamento dei lotti.
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali.
- il programma delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione).
- documentazione provante il fatto che le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi verranno eseguite nel rispetto delle vigenti leggi in modo che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Aggregati industriali

- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali.

3. Preparazione del piano di posa dei rilevati

Scotico, bonifica, gradonature e trincee drenanti

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Appaltatore dovrà provvedere, nei limiti dell'area di costruzione, innanzitutto alle verifiche nei confronti della presenza di ordigni bellici e di sottoservizi; successivamente procederà al taglio delle piante e all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. (diserbamento), al loro sistematico ed immediato allontanamento a deposito autorizzato. La Direzione Lavori indicherà tutti gli alberi, i cespugli, le piante ed altro che dovranno essere lasciati sul posto.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato (scotico) per la profondità stabilita in Progetto e/o in accordo con le risultanze delle indagini di cui all'articolo 3.1.2, secondo le direttive impartite dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane, provvedendo al riempimento delle buche effettuate nelle operazioni di estirpamento delle radici delle piante. Tale riempimento dovrà essere effettuato con materiale idoneo (aggregati naturali, riciclati o misti) di caratteristiche simili a quelli di riempimento degli scavi di scotico e di bonifica, messo in opera a strati di conveniente spessore e compattato.

Il piano di posa dei rilevati, costipato mediante rullatura, dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento (bonifica) per rimuovere eventuali materiali a grana fine, teneri o torbosi o materiali rimaneggiati/rammolliti per negligenza da parte dell'Appaltatore, ciò al fine di sostituirli con aggregati naturali, riciclati o misti, idonei, messi in opera per strati di conveniente spessore, compattati ed in grado di garantire il raggiungimento delle caratteristiche dei piani di posa di cui all'articolo 3.3.2. In alternativa agli ulteriori scavi di sbancamento la Direzione Lavori potrà ordinare di trattare i terreni di imposta secondo le modalità di cui al paragrafo 5.

La Direzione Lavori, in relazione alla natura dei terreni sul piano di scotico e di bonifica potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali di apporto, fra cui la posa di teli geotessili.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Appaltatore o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con materiali idonei di caratteristiche simili a quelli di riempimento degli scavi di scotico e di bonifica, a sua cura e spese.

Salvo diverse prescrizioni contenute nel Progetto o impartite dalla Direzione Lavori, il materiale utilizzato per riempire gli scavi di scotico e bonifica avrà caratteristiche simili a quelle indicate nel paragrafo 4. Il rinterro degli scavi relativi a tubazioni interrate dovrà essere sabbioso, o comunque di composizione granulometrica tale da non danneggiare le tubazioni stesse.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura e spese dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (DLgs 152/2006 e s.mi.).

Il materiale scavato relativo agli strati di scotico e di bonifica, dovrà essere trasportato a deposito autorizzato o, se idoneo, riutilizzato per opere di riambientalizzazione e/o come terreno vegetale per la finitura delle scarpate.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità autorizzate dalla Direzione Lavori; il deposito temporaneo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Nei casi in cui fossero riscontrati in fase di scavo livelli di falda a quote superiori a quella del letto dello strato di sottofondo l'Appaltatore progetterà ed eseguirà, previa approvazione della Direzione Lavori, un sistema di trincee drenanti longitudinali e trasversali al corpo stradale di altezza e pendenza adeguate per abbassare il livello di falda e per lo smaltimento delle acque di filtrazione convogliate nel sistema drenante. Il materiale drenante (aggregato naturale, riciclato o misto) dovrà

avere caratteristiche granulometriche tali da assicurare un facile deflusso delle acque attraverso di esso e nello stesso tempo da evitare l'intasamento per effetto del trascinamento degli elementi fini. In particolare dovrà risultare:

$$5d_{15} \leq D_{15} \leq 5d_{85} \quad (1)$$

essendo

D_{15} = diametro che corrisponde al 15% di passante nelle curve granulometriche del materiale drenante

d_{15} = diametro che corrisponde al 15% di passante nella curva granulometrica della terra da drenare

d_{85} = diametro che corrisponde all'85% di passante nella curva granulometrica della terra da drenare

nel caso in cui lo smaltimento delle acque drenate avvenga per mezzo di tubi forati, tra la granulometria del materiale drenante posto attorno al tubo e la minima dimensione dei fori dei tubi, ovvero degli interstizi fra i tubi, andrà rispettata la seguente relazione:

$$D \geq 1.5d \quad (2)$$

essendo:

D_{85} = diametro che corrisponde all'85% di passante nelle curve granulometriche del materiale drenante

d = diametro dei fori dei tubi o larghezza degli interstizi tra i tubi.

Affinché siano rispettate sia la (1) che la (2) il materiale drenante sarà disposto a strati con elementi di dimensioni decrescenti a partire dal tubo verso il terreno da drenare. I drenaggi non devono raccogliere l'acqua superficiale per cui saranno chiusi superiormente da uno strato di terreno impermeabile.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati superiori a 15cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche. L'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di Progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

Ogni qualvolta i rilevati poggino su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Ogni qualvolta i rilevati poggiano su declivi caratterizzati dalla presenza di acque sotterranee superficiali, il primi strati costituenti il corpo del rilevato verranno realizzati con materiale a grana grossa (aggregato naturale o riciclato o misto) con permeabilità significativamente superiore a quella del terreno naturale, da valutare sulla base di specifiche analisi di filtrazione, ciò al fine di impedire l'imbibizione del corpo del rilevato e assicurarne la stabilità. Gli strati drenanti, se realizzati con materiali di cui all'articolo 3.3.3, potranno avere anche funzione anticapillare. Oltre a quanto sopra, nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati:

- controllo geometrico allo scopo di verificare che gli scavi siano stati eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni e le quote di Progetto. I risultati delle verifiche saranno riportati in apposite schede e trasmessi alla Direzione Lavori.
- segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi di scotico e di bonifica per l'eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive;
- provvedere alla rimozione di trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili;
- provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che si intende riutilizzare, purché idoneo; è incluso l'onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla Direzione Lavori, nonché per il deposito ordinato e per la ripresa dei materiali per il loro riutilizzo;

- recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di lavoro;
- provvedere con qualsiasi sistema (palancole, sbatacchiature, abbassamento provvisorio della falda ecc.) al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto previsto nel Progetto e in conformità alle norme di sicurezza;
- adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, scavi campione, ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e servizi interrati esistenti di qualsiasi natura; è inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente messe fuori servizio;
- provvedere ad un adeguato drenaggio per effettuare gli scavi all'asciutto, per evitare accumuli d'acqua nel fondo scavo, fino ad ultimazione delle operazioni di riempimento.

Caratteristiche del piano di posa e della soprastruttura in rilevato

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, i moduli di deformazione M_{d1} ed M_{d2} al primo ciclo di carico su piastra di diametro 30cm dovranno risultare non inferiori a:

- 60MPa: nell'intervallo compreso tra 1.5÷2.5daN/cm^2 sul piano di posa della soprastruttura in rilevato;
- 20MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) quando posto a 1,00m da quello della soprastruttura;
- 15MPa: nell'intervallo compreso tra 0.5÷1.5daN/cm^2 sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) quando posto a 2,00 m da quello della soprastruttura.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare. Per altezze di rilevato superiori a 2m potranno essere accettati valori inferiori a 15MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.
Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto. Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6m.
Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali a grana fine, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di aggregati naturali, riciclati o misti idonei, messi in opera per strati di conveniente spessore (vedi il paragrafo 0) e compattati. A rullatura eseguita il materiale impiegato per la bonifica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- densità almeno pari al 90% di quella massima AASHTO modificata T/180-57 o UNI EN 13286¬2, sul piano di posa dei rilevati, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati;
- densità almeno pari al 95% di quella massima AASHTO modificata T/180-57 o UNI EN 13286¬2, sul piano di posa della soprastruttura in trincea, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati.

In alternativa alla bonifica mediante scavo e sostituzione con materiale idoneo potrà essere prescritto di trattare il terreno in posto con le modalità di cui al paragrafo 5. Anche in questo caso il trattamento dei terreni dovrà avere caratteristiche tali da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati.

Strato anticapillare e strati rinforzati

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, nonché alla natura dei materiali costituenti il rilevato, quando previsto in Progetto e/o quando le indagini di cui al paragrafo 0 lo rendessero necessario, al di sopra del piano di scotico sarà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto con funzione di separazione;
- la stesa di uno o più strati di geotessili (tessuto e/o griglie), con funzione di rinforzanti costituenti il corpo del rilevato.

Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5m; sarà composto da aggregati naturali, riciclati o misti aventi granulometria assortita da 2-50mm, con passante al vaglio da 2mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075mm non superiore al 3%. Nel caso di impiego di aggregati riciclati dovranno essere rispettate anche le prescrizioni contenute nell'Allegato C5 della circolare n° 5205 del 15/7/2005. Sarà possibile l'impiego di materiali di diversa granulometria solo nei casi in cui l'Appaltatore, seguendo le indicazioni della Direzione Lavori esegua una sperimentazione volta a dimostrare che la massima altezza di risalita capillare non supera la metà dello strato anticapillare stesso. Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali ottenuti mediante frantumazione. A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO Modificata. Qualora gli strati di rilevato siano costituiti da terre appartenenti ai gruppi A2-6,A2-7,tra tali strati e l'anticapillare sarà interposto uno strato di geotessile.

Geotessile non tessuto di separazione

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) con funzione di separatore dovrà essere del tipo non tessuto, in polipropilene o poliestere con resistenza a trazione non inferiore a 19kN/m, resistenza al punzonamento statico non inferiore a 3 KN e allungamento a rottura non inferiore a 35% in entrambe le direzioni longitudinale e trasversale, la media della somma degli allungamenti {(long.+trasv./2)} maggiore del 50%. Dovrà inoltre soddisfare i criteri di permeabilità e ritenzione: la porometria del geotessile dovrà essere abbastanza aperta da garantire una permeabilità minima di 60 l/m^2s e nel contempo sufficientemente chiusa per evitare fenomeni di dilavamento e erosione; tali condizioni si ottengono con una apertura caratteristica dei pori di compresa nell'intervallo 60*150urn. La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI EN ISO 9862:2005 con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori. I prelievi dei campioni saranno eseguiti, a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Dalle prove, effettuate da laboratori ufficiali certificati, dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti minimi:

Resistenze a trazione MD e CD (UNI EN ISO 10319: 2008)	> 19kN/m
Allungamento MD e CD (UNI EN ISO 10319: 2008)	> 35 (MD e CD) > 50 (MD+CD)/2

Resistenze a trazione al 10% di allungamento (UNI EN ISO 10319: 2008)	> 3kN/m
Punzonamento statico (UNI EN ISO 12236: 1999)	> 3kN
Punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433: 2006)	< 20mm
Permeabilità ortogonale al piano (UNI EN ISO 11058:2002)	> 60l/m^{2}s
Diametro di filtrazione(UNI EN ISO 12956: 2001)	60-150pirn

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori non rispondenti a quelli stabiliti, la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Appaltatore il relativo onere. Nel suo conferimento al cantiere, i geotessile dovrà essere marcato indelebilmente secondo le specifiche della norma UNI EN ISO 10320, nonché identificato da marchio CE. Inoltre, il geotessile dovrà essere conforme alle norme UNI EN 12225 e 12224, relative rispettivamente ai metodi per la determinazione della resistenza microbiologica e degli agenti atmosferici ad alla norma UNI ENV ISO 1722-1, per la simulazione del danneggiamento durante la posa e per la messa in opera in materiali a grana grossa. I rotoli di geotessile dovranno essere opportunamente protetti durante il periodo di stoccaggio del materiale in accordo alle raccomandazioni del produttore; analogamente il tempo intercorrente tra la stesa del geotessile e la sua copertura con strati costituiti da aggregati dovrà essere inferiore a quello raccomandato dal produttore, comunque non superiore a 24 ore. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare, privo di discontinuità o di materiali che possano arrecare danneggiamenti al geotessile; se necessario la stesa sarà realizzata previa messa in opera di materiale sabbioso compattato. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm. Con riferimento alla UNI EN 13249 occorre prevedere le seguenti durabilità minime in esercizio:

- superiore a 5 anni per opere provvisionali;
- superiore a 25 anni per opere definitive.

Geotessile e/o geogriglia con funzione di armatura degli strati di rilevato a grana grossa

Per gli strati di geotessile o geogriglia con funzione di armatura degli strati di rilevato a grana grossa si rimanda a quanto indicato nel paragrafo ”Rilevati in terra "Armata" o "Rinforzata"”.

Prove di controllo sui piani di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati (piano di scotico) e della soprastruttura sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato (piano di scotico) e della soprastruttura, come indicato nella tabella che segue.

	S=0-1 m	S=1-2 m	S>2 m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	3000 m^2
prove di densità in sito - una ogni	1500 m^2	2000 m^2	2000 m^2

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico su piastra previa saturazione ecc.). Il

controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000m^3.

4. Formazione del rilevato

Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati stradali;
- Rilevati stradali realizzati con la tecnica della "terra rinforzata";
- Rilevati di precarico e riempimenti.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI EN ISO 14688-1; è richiesto anche che il materiale venga classificato in accordo alle caratteristiche prestazionali indicate nella Tabella 1. Per gli aggregati riciclati si aggiungono inoltre i criteri prestazionali indicati in Tabella 2. Salvo diverse indicazioni indicate nel Progetto o impartite dalla Direzione Lavori, le prescrizioni che seguono riguardano anche i materiali di riempimento degli scavi di scotico e bonifica.

Tabella 1: Caratteristiche prestazionali delle terre naturali

prospetto 1 **Classificazione delle terre**

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbioso Frazione passante al setaccio 0,063 mm ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,063 mm > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Frazione passante al setaccio 2 mm 0,4 mm 0,063 mm	≤50 ≤30 ≤15	- ≤50 ≤25	- >50 ≤10	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- >35	- >35	- >35	- >35	- >35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	- ≤6	- ≤6	- N.P.	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10 IP ≤ LL-30	>40 >10 IP > LL-30	
Indice di gruppo	0		0	0	≤4			≤8	≤12	≤16	≤20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve		Media					Molto elevata	Media		Elevata	Media	
Ritiro e rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve					Lieve o medio	Elevato		Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa						Scarsa o nulla				

N.P. = non plastico;
\- = Non necessario per la classificazione.

Tabella 2a: Caratteristiche prestazionali dei riciclati (CM. 5205/2005)

Allegato C1 **CORPO DEI RILEVATI**

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6 % in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 - 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 60%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>20
Dimensione massima D_{max}	UNI EN 933/1	= 125 mm
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H_2O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scevro di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m^3. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Tabella 2b: Caratteristiche prestazionali dei riciclati (CM. 5205/2005)

Allegato C2 **SOTTOFONDI STRADALI**

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	(UNI EN 1097/2)	≤ 45
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1(**)	= 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 60%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	> 3/2
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 15 %
Indice di forma (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/4)	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/3)	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H_2O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm. La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m^3. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Tabella 2c: Caratteristiche prestazionali dei riciclati (CM. 5205/2005)

Allegato C3 **STRATI DI FONDAZIONE**

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285)	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 5% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 5 % in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi o fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Passante al setaccio da 40 mm	UNI EN 933/1(*)	100%
Passante al setaccio da 20mm	UNI EN 933/1(*)	>61%; <79%
Passante al setaccio da 10mm	UNI EN 933/1(*)	>41%; <64%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(*)	>31%; <49%
Passante al setaccio da 2 mm	UNI EN 933/1(*)	>22%; <36%
Passante al setaccio da 1 mm	UNI EN 933/1(*)	>13%; <30%
Passante al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933/1(*)	>10%; <20%
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	≤ 10%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	> 3/2
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	UNI EN 1097/2	≤ 30
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/4	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/3	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 1: L'indice portante CBR della miscela, determinato in laboratorio (secondo la CNR UNI 10009 (prEN 13286/47)) su campioni costipati al 94% della massa volumica max AASHTO Mod. con umidità compresa entro il ± 2% del valore ottimo, dovrà avere, sia immediatamente dopo il costipamento, sia dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, un valore non inferiore a 30.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m^3. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Rilevati stradali

Di norma dovranno essere impiegati aggregati naturali, riciclati o misti appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm (sottofondo), ove dovranno essere impiegati di norma aggregati naturali appartenenti ai gruppi A1-a e A3. Per l'ultimo strato è facoltà della Direzione Lavori accettare materiali differenti purché il loro impiego sia suffragato da adeguate analisi sulla natura e distribuzione granulometrica degli stessi e, fatto salvo il rispetto dei

requisiti prestazionali indicati al paragrafo 0 (modulo di deformazione e densità). Nel caso di impiego di aggregati riciclati dovranno essere rispettate anche le prescrizioni riportate nella Tabella 2.
Per lo strato di sottofondo non sarà ammesso l'impiego di rocce frantumate con pezzature grossolane; l'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte di rilevato (a partire dal piano di scotico o di bonifica) se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm. Il materiale la cui dimensione sia compresa tra 7 e 20 cm deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume di rilevato. In ogni caso il rapporto tra il passante al setaccio D60 ed il passante al setaccio D10 dovrà essere maggiore di 15. Nel caso di aggregati del gruppo A3 il rapporto D60/D10 dovrà risultare almeno superiore a 7. Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato. I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo. Non è ammesso l'utilizzo di aggregati provenienti da formazioni di origine vulcanica se non indicato nel Progetto o autorizzato dalla Direzione Lavori.
Gli aggregati impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi, frantumabili o comunque instabili nel tempo (esempio: rocce argilloso-scistose). L'idoneità del materiale nei confronti della frantumabilità dovrà essere provata mediante prove di laboratorio preliminari, condotte su campioni prelevati prima e dopo la compattazione in sito. Nel caso di impiego di aggregati industriali alleggeriti dovranno essere rispettate le prescrizioni indicate nel Progetto. In ogni caso non sarà ammesso l'impiego di aggregati industriali alleggeriti per la formazione di sottofondi.
A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180-57, salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il sottofondo, che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% sempre della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180¬57.
L'intero corpo del rilevato dovrà in ogni caso essere protetto, sulle scarpate e sulle banchine non carreggiabili, dall'azione diretta degli agenti atmosferici, mediante inerbimento e piantagioni e, se necessario, con l'apporto di uno strato di terreno vegetale.
Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7; A6, A7
Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se:

- provenienti dagli scavi e se previsto nel Progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0m dal piano di posa della soprastruttura, previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm. Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati. Quanto sopra allo scopo di contenere entro limiti minimi fenomeni di ritiro e di rigonfiamento dei materiali. In ogni caso lo spessore degli strati sciolti, prima della compattazione, non dovrà superare 30cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.
- stabilizzate a calce, secondo le modalità di cui al paragrafo 5 (trattamento delle terre con calce);
- per l'impiego delle terre appartenenti ai gruppi A6 ed A7 vale quanto prescritto al paragrafo 5 (trattamento delle terre con calce).

Resta inteso che per le viabilità interferite o compensative di pertinenza non stradale, e comunque destinate ad essere al termine dei lavori trasferite nelle competenze delle Amministrazioni Locali, le prescrizioni contenute nel presente articolo

sono da ritenersi valide, fatte salve più restringenti disposizioni contenute nei Capitolati Speciali d'Appalto adottati dalle stesse Amministrazioni nei propri interventi.
Qualora le prescrizioni dei Capitolati Speciali delle Amministrazioni Locali sanciscano parametri meno prestazionali di quelli indicati nel presente articolo, eventuali deroghe possono essere concesse dalla Direzione Lavori, alla luce delle caratteristiche della viabilità interferita o compensativa, sentito comunque il Parere degli Organi Tecnici delle Amministrazioni interessate

Rilevati di precarico e riempimenti

Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione, per i riempimenti, per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8. I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori. Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire la densità uniforme dichiarata nel Progetto, controllata con sistematicità, comunque tale da garantire l'opera nei confronti di fenomeni instabilità ed erosioni.

Costruzione del rilevato

Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di paramenti di rilevati in terra rinforzata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti. Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.
Lo spessore allo stato sciolto (prima della compattazione) di ogni singolo strato sarà stabilito in relazione alle caratteristiche degli aggregati, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.
Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 30cm per rilevati formati con aggregati naturali, riciclati o misti
- 40cm per rilevati formati con aggregati industriali alleggeriti e per rilevati in terra rinforzata.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.
Ai fini di garantire che siano raggiunte condizioni di compattazione adeguate anche nella zona di scarpata, sarà onere dell' Appaltatore effettuare la stesa di materiale in eccesso di almeno 30 cm rispetto alla sezione teorica e successiva rimozione e riprofilatura.
Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, previa asportazione dello strato di terreno vegetale, si dovrà con cautela gradonare la scarpata del rilevato esistente, sulla quale verrà addossato il materiale costituente il rilevato di allargo. Tale operazione avverrà per fasi, avendo cura di fare seguire immediatamente ad ogni gradonatura (dell'altezza massima di 50cm) la stesa del relativo nuovo strato ed il suo costipamento.
Nel caso di interruzione e/o sospensione dei lavori e quando la stesa dello strato di aggregato successivo avvenga oltre 72 ore dalla compattazione dello strato sottostante sarà cura e onere dell'Appaltatore spargere, per l'intera larghezza del rilevato, fitociti, antigerminali e anche taletissici. Prima della ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere ripulito

dalle erbe e dalla vegetazione in genere, praticandovi dei solchi per il collegamento del nuovo strato con quello già messo in opera. Sullo strato già messo in opera dovranno essere ripetuti i controlli di compattazione.
Sarà cura ed onere dell'Appaltatore provvedere alla riprofilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di Progetto per tenere conto degli assestamenti delle terre affinché al momento del collaudo i rilevati siano conformi alle caratteristiche previste in Progetto in termini di altezza e larghezza in sommità. Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. Lo spessore minimo dello strato di terreno vegetale sarà di 20cm, da stendere a cordoli orizzontali, opportunamente costipati, ricavando se necessario gradoni di ancoraggio.
La semina dovrà essere eseguita con semi scelti in relazione al periodo di semina e alle condizioni locali, in modo da ottenere i migliori risultati. La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Appaltatore dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori. Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Compattazione

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Modificata. Se tale contenuto d'acqua dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.
Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua. In alternativa verranno effettuate prove di carico su piastra di diametro 30 cm; i moduli Md dovranno risultare > 20MPa, comunque tali da garantire il rispetto delle condizioni da verificare sui piani di posa indicate nel paragrafo 0.
Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Appaltatore dovrà adeguare le modalità esecutive in funzione degli aggregati da impiegare e dei mezzi disponibili. La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.
Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma. In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5m dai paramenti di terre rinforzate.
A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso di murature di manufatti disposti in direzione trasversale al rilevato si dovrà eseguire la stesa di misto cementato.
Il misto cementato sarà costituito da inerte calcareo di frantoio rispondente alle norme CNR BU n° 29 con fuso di tipo A1 e cemento in ragione del 3% e 5% in peso dell'inerte secco. L'acqua di impasto sarà in ragione del 6% circa del peso dell'inerte secco. Sia l'inerte che l'acqua di impasto saranno privi di sostanze organiche e di sali che inibiscano la reazione con il cemento. E' sconsigliato l'uso di cementi ad elevata resistenza in quanto la loro rapidità di presa non consente di eseguire la stesa ed il costipamento della miscela.
La resistenza alla compressione con provini cilindrici compattati a 7 giorni di stagionatura dovrà risultare non inferiore a 2MPa e non superiore a 7MPa, eventualmente con impiego di additivi; la resistenza a trazione determinata non dovrà essere inferiore a 0.2MPa.
La frequenza delle prove sarà in ragione di 1 ogni strato messo in opera. Ove appropriato le prove verranno effettuate su provini sottoposti a 12 cicli di gelo e disgelo. Il misto cementato dovrà essere confezionato in impianti di betonaggio e trasportato sul posto con autobetoniere. La stesa non dovrà avvenire con tempo piovoso e con temperature inferiori a 4° centigradi. La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità massima ottenuta in laboratorio, con le modalità previste al punto 2 della sopracitata norma, procedendo per strati di spessore non superiore a 20-30cm. Si dovranno misurare gli spessori degli strati prima della compattazione in misura di 1 ogni 1000m^2 per ogni strato. La superficie superiore degli strati avrà pendenza tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti e solchi. La stesa del misto cementato nei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00m, quella superiore pari a 2,00m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.
Per ulteriori requisiti concernenti condizioni particolari di applicazione del misto cementato, viene fatto riferimento alle norme CNR BU n° 29 e UNI EN 14227-10.

Condizioni climatiche avverse

In presenza di gelo o di pioggia persistenti o neve non sarà consentita in linea generale la costruzione dei rilevati, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente ai materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (esempio: pietrame). Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione fine (limi e argille) dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Rilevati di prova

L'Appaltatore procederà all'esecuzione di rilevati di prova in tali circostanze:

- quando sono previsti in Progetto; in tale caso verranno rispettate le specifiche di Progetto;
- su ordine della Direzione Lavori, per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati in Progetto o negli articoli del presente Capitolato Speciale, esempio: materiali a pezzatura grossolana (pietrame), materiali a grana fine (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, etc..

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per il rilevato di prova dovrà essere caratterizzata da condizioni dei terreni di fondazione (natura e proprietà geotecniche) prossime a quelle dell'area ove verrà realizzato il rilevato stradale;
- la larghezza del rilevato di prova dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori di costruzione del rilevato stradale.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8, passate). Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, deformabilità e i contenuti d'acqua degli aggregati. In taluni casi si potrà ricorrere a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione del materiale sottostante la piastra, prove geofisiche ecc.) e a prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere di origine sedimentaria.
Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua. L'Appaltatore sarà tenuto a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate. L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

Prove di controllo

L'Appaltatore sarà tenuto a controllare il rispetto degli spessori degli strati prima della compattazione effettuando misure per ogni strato ed in numero minimo di 1 ogni 1000m^2. attraverso misure topografiche prima e dopo la compattazione con una griglia di punti avente una densità non superiore ad un punto/80m^2.
Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo per verificare che siano rispettati i requisiti di costipamento minimi richiesti. La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.
La serie di prove sui primi 5.000m^3 sarà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tipo di prova	Corpo del rilevato	Ultimo strato di spess. 30 cm	Terre Rinforzate ed Armate	precarico Riempimenti banche

	primi 5000 m^3	succe ssivi m^3	primi 5000 rrP	succe ssivi m^3	primi 5000 nr^3	succe ssivi m^3	primi 5000 m^3	successi vi m^3
Classificazione UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22 (***)	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500	1000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

* Su prescrizioni della Direzione Lavori;

** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

*** Sono ammesse prove di densità in sito con metodo nucleare, purché esse rispondano alle normative vigenti nell' ambito delle normative di sicurezza sul lavoro e di igiene ambientale.

L'Appaltatore è altresì tenuto a effettuare controlli, su tutta la lunghezza dell'opera, dell'altezza del rilevato, della larghezza delle banchine (se presenti),della differenza di quota tra banchina e ciglio del rilevato in modo da verificare la conformità con il Progetto. Dovrà inoltre essere controllato lo spessore dello strato di terreno vegetale, l'eventuale realizzazione di gradoni di ancoraggio e l'uniformità dell'inerbimento; tali controlli dovranno essere effettuati su entrambe le scarpate con una frequenza di 1 ogni 2000m^2.

5. Trattamenti delle terre con calce

Con trattamento a calce di una terra si intende la miscelazione della stessa calce, viva o idrata, in quantità tali da migliorare, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e di suscettibilità all'acqua, nonché le sue proprietà meccaniche. La presente norma si riferisce all'utilizzo della tecnica di trattamento a calce delle terre per :

- la costruzione del corpo dei rilevati (compreso l'ultimo strato di 30cm);
- il trattamento del terreno naturale al di sotto del piano di scotico.

Nella presente norma si fa riferimento alla sola operazione di mescolazione delle terre/aggregati con calce sul sito di realizzazione del rilevato.

<u>Materiali</u>

Terreni/aggregati naturali

Potranno essere trattati a calce terreni naturali in posto o gli aggregati naturali provenienti dagli scavi (di bonifica, di sbancamento e in galleria) o da cave di prestito di cui sia dimostrata, mediante una opportuna serie di analisi di laboratorio, la capacità di dare luogo a quelle trasformazioni chimico-fisiche che conducono al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e delle proprietà meccaniche. Indicativamente, sono idonee al trattamento con calce:

- le terre/aggregati fini plastiche limose-argillose dei gruppi A6 - A7 con valori dell' indice plastico normalmente compresi fra 10 e 50 o anche superiori
- terre/aggregati appartenenti al gruppo A5, quando di origine vulcanica
- le terre/aggregati appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI superiore al 35%.

In ogni caso:

- la curva granulometrica dovrà rientrare all' interno del fuso granulometrico riportato nella norma CNR B.U. 36.
- Il contenuto di sostanze organiche dovrà essere inferiori al 2%; tale valore potrà essere portato fino al 4% nel caso di trattamento del piano di posa, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza e deformabilità e durabilità richiesti
- I solfati totali (solfati e solfuri) dovranno essere inferiori al 2% (UNI EN 196-2), fatta eccezione per l'ultimo strato del rilevato dove dovranno essere tassativamente inferiori allo 0.25% al fine di evitare eventuali fenomeni di espansione volumetrica.
- Contenuto d'acqua naturale inferiore a 1.3 il W_{nopt}, essendo quest' ultimo il contenuto d' acqua alla densità ottimale secondo la prova AASHTO mod T/180-57.

Calce

Sono ammessi i due seguenti tipi di calce:

- calce aerea idrata (Ca(OH)2)
- calce area viva macinata (CaO)

I requisiti della calce sono indicati nella tabella seguente:

REQUISITO	CALCE VIVA	CALCE IDRATA
CO2	<5%	-
(CaO+MgO) Totali	>84%	-
Titolo in Idrati	-	>85%
SiO2+Al2O3+Fe2O3+SO3	<5%	<5%
Tenore in MgO	<10%	<8%
Umidità	-	<2%
Acqua legata chimicamente	<2%	-
Reattività all' acqua	> 60% in 25'	
Dimensione massima dei grani	<2 mm	<2 mm

Percentuale passante, in peso	setaccio 0.2mm > 90% setaccio 0.075mm >50%	setaccio 0.075 mm>50%

La calce potrà essere approvvigionata in sacchi o allo stato sfuso. Nel primo caso i sacchi saranno alloggiati in ambienti coperti e al riparo dall'umidità; nel caso di approvvigionamento allo stato sfuso, la calce sarà stoccata in cantiere in appositi silos, con sistema di abbattimento delle polveri, derivanti dallo scarico pneumatico dalle autobotti di approvvigionamento della calce. La quantità di calce disponibile in cantiere dovrà essere sufficiente ad assicurare almeno 2 giorni di piena operatività del cantiere. Ogni partita di prodotto dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, e secondo il R.D. n.2231/1939 ("Norme sull' accettazione delle calci").

Acqua

L'acqua da utilizzare per le eventuali correzioni di umidità del terreno naturale dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose (oli, acidi, alcali, cloruri, solfati,...) e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terra-calce. La fonte di approvvigionamento sarà indicata alla Direzione Lavori per approvazione.

Studi e prove preliminari

Scopo degli studi preliminari è quello di verificare il raggiungimento del miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti. Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce. Lo studio si articolerà attraverso:

- indagini sui terreni naturali;
- studio delle miscele sperimentali in laboratorio;
- studio delle miscele in sito mediante la realizzazione di campi prova in scala reale.

Il programma delle prove di laboratorio e in sito, nonché il Progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall' Appaltatore alla Direzione Lavori per approvazione. I risultati ottenuti dovranno essere descritti in dettaglio in specifiche relazione illustrative ed approvate dalla Direzione Lavori. Tali studi e relativi oneri saranno a carico dell' Appaltatore.

Indagini sui terreni naturali

Per ogni tipo di terreno/aggregato da utilizzare per la costruzione del corpo del rilevato, saranno condotte analisi di laboratorio, intese quali prequalifiche dei materiali e - come tali - a carico dell'Appaltatore. Le prove di laboratorio, da effettuare su ciascun tipo di terreno/aggregato, sono le seguenti:

- contenuto di sostanze organiche;
- tenore in solfati e solfuri;
- analisi granulometrica, inclusa l'analisi per via umida;
- peso specifico dei grani;
- limiti di Atterberg;
- contenuto d' acqua naturale;

- esame difrattometrico per la ricerca dei minerali argillosi;
- esame ottico per la ricerca dei minerali silicei amorfi;
- prova di compattazione AASHTO mod. t/180-57;
- indice CBR immediato (ipi);
- indice CBR con imbibizione, a 96 hr;
- analisi chimico-fisiche dell' acqua di falda: sali disciolti, ph.

A giudizio della Direzione Lavori potranno essere richieste anche le seguenti prove aggiuntive, eseguite su campioni preparati al contenuto d' acqua W_{nopt}:

- compressione a espansione laterale libera con misura dei moduli di deformazione;
- compressione edometrica;
- taglio diretto;
- taglio residuo.

Nel caso nel quale il terreno sia naturale in sito o provenga da scavi di bonifica, sbancamento e in galleria dovranno essere prelevati n. 1 campione ogni volta che il terreno abbia caratteristiche differenti e in ogni caso almeno 1 ogni 1000m^2 secondo uno schema a maglie e comunque rappresentativo dell'area da trattare. Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000m^3. Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo. I campioni dovranno essere di adeguata dimensione (del peso complessivo di 30-40 kg cadauno).

Indagini calce e terreno

I medesimi campioni rappresentativi dei terreni indagati, saranno utilizzati anche per la caratterizzazione fisico - meccanica delle miscele terreno - calce. Di norma, la percentuale di calce viva da utilizzare per la miscela sarà pari al 3% in peso (nel caso di calce idrata 4% in peso). Tali percentuali sono da intendersi riferite al peso del terreno naturale prima del trattamento e del costipamento. La Direzione Lavori potrà comunque richiedere uno specifico studio per verificare l'opportunità di utilizzare una diversa percentuale di calce. Tale studio avrà come scopo la definizione di correlazione empiriche che legano il dosaggio in calce, il contenuto d' acqua del terreno e i parametri che definiscono le caratteristiche del terreno trattato, ovvero:

- l'indice CBR immediato per gli strati di rilevato;
- l'indice CBR per gli strati di rilevato;
- il modulo elastico di Young in prova di compressione ad espansione laterale libera (modulo al 50% del carico di rottura).

Per la definizione di tali correlazione si richiede la sperimentazione di miscele con tre contenuti di calce, ciascuna delle quali effettuata con almeno quattro contenuti d' acqua (tra cui quello ottimo). Le prove di laboratorio da effettuare su ciascun tipo di miscela terreno-calce sono le seguenti:

- analisi granulometrica, inclusa l'analisi per via umida;

- limiti di Atterberg;
- contenuto d' acqua;
- prova di compattazione AASHTO mod. t/180-57;
- indice CBR immediato;
- indice CBR per tempi di maturazione pari a 96 hr, a 7 e a 28 giorni;

indice CBR con imbibizione, a 96 hr, per tempi di maturazione pari a 96 hr, a 7 e a 28 giorni. A giudizio della Direzione Lavori potranno essere richieste anche le seguenti prove aggiuntive, eseguite su campioni preparati al contenuto d' acqua W_{nopt} del terreno trattato:

- compressione edometrica;
- taglio diretto;
- taglio residuo.

Anche tali prove saranno eseguite a differenti tempi di maturazione (96 hr, 7 e 28 giorni). In fase di indagine sono richieste anche le analisi chimico-fisiche dell' acqua utilizzata nella preparazione degli impasti.
Campi prova
Ultimato lo studio delle miscele sperimentali e prima dell'inizio delle attività di costruzione dei rilevati, e per ogni diverso tipo di materiale, L'Appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione di un campo prova. Finalità del campo prova sono:

- verificare in scala reale i dati ottenuti in laboratorio
- il controllo delle attrezzature, di miscelazione e compattazione
- la definizione delle fasi e metodi delle lavorazioni, con particolare riferimento all'apporto di calce (eventualmente anche in più fasi, ad es. una prima passata all'1% e una seconda al 2%),
- schemi di miscelatura (n° di passate del Pulvimixer ottimali necessari ad ottenere la granulometria prevista) e rullatura (n° di passate del rullo), in relazione alle attrezzature adottate dall'Appaltatore stesso.
- la definizione delle modalità di controllo e dei limiti di accettabilità dei tenori di umidità dei terreni posti in opera e delle miscele terreno - calce, prima della rullatura finale.

L'ubicazione di ciascun rilevato, le sue modalità esecutive, l'ampiezza ed il grado di approfondimento delle indagini di laboratorio e le prove di controllo in sito saranno stabilite dalla Direzione Lavori, in base ai risultati delle indagini e degli studi specialistici di Progetto di cui ai punti precedenti, nonché all'entità e importanza dell'opera.
In linea generale, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e della soprastruttura per le sedi in trincea, dovrà essere realizzato un campo prova per ogni zona omogenea di terreno naturale di lunghezza utile di 30m e larghezza tale pari a 6-8 volte la larghezza dello spandi-calce/rullo e di spessore pari a quanto previsto in Progetto per il rilevato vero e proprio.
Quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, dovranno essere realizzati almeno tre strati per un altezza totale di 0.9m costituito da materiale omogeneo. La dimensione utili in sommità dovranno essere pari a 50m di lunghezza e larghezza pari a 6-8 volte la larghezza dello spandi-calce/rullo.

L'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, con pendenza superiore al 0.5% (cinque per mille), e compattata in modo tale da garantire un piano di imposta uniforme e stabile per gli strati terreno-calce successivamente posti in opera. Il campo prova dovrà essere realizzato secondo le stesse modalità di esecuzione del rilevato.
Dovranno essere messi in opera tipi diversi di compattazione scelti in funzione del terreno da compattare; indicativamente saranno provati 2-4 passate del Pulvimixer e due-quattro schemi di rullatura. Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio. Per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono:

- dovrà essere tarata la spanditrice di calce come riportato al punto per il controllo del dosaggio.
- prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua del terreno e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele.
- dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua e verranno eseguiti i prelievi (da 1 a 3 campioni di 30-40kg cadauno) per l'esecuzione di prove di classificazione, prove Proctor e CBR e prove geotecniche indicate al punto 3.5.2.2.
- la miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati.
- in sommità dello strato finale dovrà essere determinato il modulo di deformazione, con piastra da 30 cm. Le misure dovranno essere effettuate almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 3gg, e a 7gg - 28 gg su almeno 3 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea sia per la miscela che per le modalità di compattazione.
- agli stessi tempi delle prove di carico su piastra, dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR in situ, delle densità in situ e del contenuto d'acqua, da eseguirsi su porzioni di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo.
- le stesse prove di carico su piastra e CBR dovranno essere eseguite dopo imbibimento.
- dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito (rilevati) o controllato la profondità del trattamento (piano di posa) mediante pozzetti e spruzzaggio di soluzione alcolica di fenoltaleina.
- il Progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per approvazione.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale i requisiti minimi, previsti in Progetto, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra/calce fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato. La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

Modalità esecutive

Prescrizioni generali

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma delle fasi di lavorazione, comprensivo degli elaborati grafici (planimetrie e sezioni) che evidenzino le aree progressivamente interessate dai lavori di costruzione dei rilevati, nonché le eventuali aree di stoccaggio provvisorio dei materiali. trattamento a calce del terreno

non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori al suolo di 2°C, in presenza di vento forte (>40 km/h), che sollevi la calce stesa, e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

Attrezzature

Ad ogni consegna dell'area di lavoro, l'Appaltatore presenterà l'elenco e le schede tecniche delle attrezzature da utilizzare per lo spargimento della calce, per lo spargimento dell'acqua, per la frantumazione e miscelazione del terreno nonché dei mezzi di compattazione. I mezzi dovranno presentare adeguatezza, completezza e omogeneità di prestazioni/produttività; poiché l'attrezzatura più specialistica è rappresentata dal Pulvimixer, alla sua produttività dovrebbero essere legate le prestazioni delle restanti attrezzature. Si prescrivono comunque le seguenti caratteristiche minime.

Spandicalce:

- precisione del dosaggio: ± 10%
- capacità di stesa in grado di consentire la stesa in un'unica passata
- piena efficienza delle bandelle (in materiale plastico) per il contenimento delle polveri all'atto della stesa della calce.

Pulvimixer:

- profondità di lavoro massima: > 40cm
- n° dei denti/palette > 80% del nominale
- 4 ruote motrici.

Rulli:

- rulli a piede di montone del peso statico > 16t
- rulli lisci per le operazioni di finitura.

Preparazione del terreno naturale

Il terreno/aggregato pronto per il trattamento a calce dovrà essere esente da sostanze organiche e, nel caso di materiale provenienti dagli scavi, da eventuali residui di lavorazione (blocchi di calcestruzzo spruzzato, elementi di vetroresina, ...). Il terreno/aggregato non dovrà presentare elementi di dimensioni superiori a 4 cm. In particolare, laddove sia previsto l'impiego di smarino di galleria, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'adozione delle più opportune tecnologie di scavo o all'eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura. Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua con controllo finale su più punti del contenuto W_n raggiunto.

Stesa del terreno naturale

Nel caso di strati di rilevato, la stesa del terreno/aggregato naturale dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie dello strato precedente mediante erpicatura. Lo spessore del materiale steso, dopo una prima livellazione, dovrà

risultare non superiore a quello massimo stabilito in Progetto o a seguito dei risultati del campo prove. Indicativamente, lo spessore del materiale steso, da controllare con dime, sarà pari a quello finale previsto, aumentato del 15-20%. Terminata l'operazione di stesa, si procederà alla determinazione dell'umidità naturale che non si dovrà discostare dal campo di valori ottimali definiti a seguito dei risultati delle analisi di laboratorio e del campo prove. Nel caso in cui l'umidità naturale risulti in eccesso, si provvederà ad erpicare ed arieggiare il materiale per favorire l'evaporazione; nel caso di umidità naturale insufficiente, l'Appaltatore provvederà ad umidificare il terreno mediante aspersione d'acqua con autobotte.

Stesa della calce

Si spargerà la calce solo sulla superficie che potrà essere lavorata in giornata, in modo da evitare sia la asportazione della calce da parte degli agenti atmosferici che il fenomeno della sua parziale carbonatazione. La stesa della calce sarà effettuata mediante impiego di apposita attrezzatura (spandicalce) a controllo volumetrico o gravimetrico capace di assicurare un dosaggio costante sia in senso trasversale che longitudinale. La velocità dello spandicalce non dovrà essere superiore a 4 km/hr. Al termine delle operazioni di stesa della calce si verificherà visivamente l'omogeneità della stesa e l'assenza di eventuali zone non trattate. Il controllo della quantità distribuita, nella misura a metro quadrato tale da raggiungere la percentuale in peso prevista in sede di Progetto della miscela, sarà effettuato ad ogni inizio turno o ad ogni richiesta della Direzioni Lavori, posizionando un telo quadrato con superficie 1 m^2 sul terreno prima del passaggio della macchina spandicalce e pesando poi la calce su di esso depositata a passaggio avvenuto. La quantità di calce distribuita non dovrà risultare inferiore a quella di Progetto.

Miscelazione

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione entro le successive 2 ore. La miscelazione sarà ottenuta eseguendo il numero di passate di Pulvimixer stabilito a seguito dei risultati del campo prove, e comunque in numero tale, che il terreno miscelato soddisfi le seguenti condizioni granulometriche:

- passante inferiore a 25mm: 75%
- passante al crivello 5 UNI: > 50%.

Il numero di passaggi e la velocità di avanzamento della macchina dovranno essere tali da raggiungere condizioni omogenee di trattamento. L'omogeneità del trattamento è verificata mediante scavo di pozzetti, in ragione di uno ogni 500 m^2 e comunque almeno 4 giornalieri; si controllerà il colore delle pareti prima e dopo lo spruzzaggio di soluzione alcolica di fenolftaleina all'1%, che impartirà colore rossastro. L'avvenuto controllo sarà documentato mediante fotografia. Ogni 1.000 m^2 si controllerà l'umidità della miscela, che dovrà rientrare nei limiti stabiliti a seguito dei risultati del campo prove e delle analisi di laboratorio. Quando necessario, durante o dopo la miscelazione, si irrorerà il terreno trattato fino a rientrare nei limiti suddetti. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione su stese contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm; inoltre nella stessa giornata lavorativa devono essere completati tratti di tracciato per tutta la loro larghezza prevista dal Progetto.

Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei. Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati ed inoltre è necessario che lo strato superiore venga miscelato con uno spessore tale da garantire un'immorsamento di qualche cm nello strato sottostante.

Compattazione

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione, nonché il dettaglio delle modalità esecutive (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere fissate a seguito delle indagini sul campo prove e sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Prima dell'inizio delle operazioni di rullatura si procederà alla regolarizzazione della superficie dello strato, mediante motolivellatore (graeder).

La compattazione dovrà essere condotta con metodologie atte ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo. La velocità massima del rullo sarà di 4 km/hr. Nel caso di stabilizzazione con calce idrata, lo strato di terra trattata dovrà essere compattato immediatamente dopo la miscelazione. Nel caso di trattamento con calce viva, la compattazione dovrà essere eseguita dopo il completamento della reazione esotermica di spegnimento della calce, avendo verificato che il contenuto d'acqua sia quello atteso. La completa idratazione della calce viva richiede un tempo variabile in funzione della temperatura e umidità del suolo; per temperature superiori ai 3°C, 1 - 3 ore di maturazione della miscela sono sufficienti. Nella costruzione dei rilevati occorrerà procedere a fronte chiuso, completando in giornata le operazioni di miscelazione e compattazione e sovrapponendo il primo strato di terreno naturale che sarà trattato il giorno successivo, a sua volta leggermente compattato, per minimizzare la carbonatazione e proteggere gli strati sottostanti in maturazione. Qualora le condizioni climatiche siano tali che gli strati lavorati possano subire dannosi effetti di essiccamento/umidificazione, si procederà alla protezione dei medesimi con uno dei seguenti metodi:

- manto di protezione di bitume liquido BL350-700 (BU CNR n.7) in ragione di 1.0kg/m^2.
- emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL55 (BU CNR n.3) in ragione di 1.8 kg/m^2. Tale protezione dovrà essere rimossa con cura alla ripresa delle lavorazioni.

Prove di controllo

L'Appaltatore è tenuto ad instaurare un sistema di controllo di produzione. Le registrazioni tenute dovranno indicare quali procedimenti di controllo qualità sono stati messi in atto durante la produzione. In particolare, i controlli di produzione avverranno secondo quanto indicato nel seguito:

Calce

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati ed approvati da Committente. Le caratteristiche della calce, dovranno essere certificate dal produttore ogni 1200kN (120ton) di prodotto consegnato.

Terreno naturale da trattare

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 3.000m^2; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli degli studi preliminari.

Terreno miscelato

Sul prodotto miscelato dovrà essere effettuata:

- contenuto d' acqua W_n ogni 1000m^2;

- una prova CBR e prova di compattazione AASHTO mod T/180-57, ogni 3000m^2.

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 3000 m^2 di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza. Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.
Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi per il 75% al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1/3000m^2.
Terreno miscelato dopo compattazione
Sugli strati intermedi verranno eseguite le prove di modulo di deformazione e densità in sito ogni 3000 m^2 e comunque non meno di una prova per strato. Il peso secco dell'unità di volume dovrà risultare maggiore o uguale al 95% del massimo peso secco dell'unità di volume della miscela terreno - calce determinato con prova AASHTO Mod. T/180-57. Sui piani di posa, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà essere conforme alle prescrizioni del paragrafo 0.

6. Documentazione dei lavori

L'Appaltatore sarà tenuto a documentare in apposita relazione:

- la provenienza ed i certificati riportanti le caratteristiche dei materiali impiegati
- le fasi di lavoro;
- i mezzi e le procedure impiegate;
- i controlli effettuati in corso d'opera.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive e dei risultati dei controlli e dei monitoraggi spetta esclusivamente alla Direzione Lavori. Relativamente al monitoraggio dell'opera, sarà cura e onere dell'Appaltatore fornire alla Direzione Lavori rapportini illustrativi dei risultati ottenuti, confrontati con le previsioni di Progetto, alle varie cadenze di lettura programmate e comunque ogni volta che si verificano scostamenti significativi con le previsioni di Progetto.

Art. 25 Sistemi di drenaggio

1. Campo di applicazione

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi di drenaggio del corpo stradale, consistenti in:

- tubazioni;
- pozzetti e relativi dispositivi di chiusura e di coronamento;
- canali di drenaggio;
- canalette, mantellate, cordonate.

2. Tubazioni

Materiali

Generalità

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PE;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

Tubi in PVC-U

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

Tubi in calcestruzzo non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio. Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916. I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro . Il disegno

del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio. Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

Posa in opera

Scarico ed accatastamento

Per il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovranno osservarsi le eventuali istruzioni del costruttore nonché i requisiti delle norme di prodotto pertinenti; dovranno comunque impiegarsi i mezzi e gli accorgimenti idonei ad evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere. Tutti i materiali dovranno essere immagazzinati in maniera tale da conservarli integri e da evitare contaminazioni o degradazioni; per esempio i componenti elastomerici delle giunzioni dovranno essere tenuti puliti e protetti dall'esposizione a fonti di ozono (per esempio apparecchiature elettriche), alla luce solare ed a fonti di calore, nonché al contatto con oli o grassi. L'accatastamento dovrà essere effettuato su supporti atti a mantenere i tubi sollevati dal suolo per evitare danni ai rivestimenti ed ai giunti, provvedendo a fissare i tubi per evitare che rotolino ed evitando altezze di impilamento eccessive in modo che i tubi inferiori non risultino sovraccaricati. Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

Scavo

Le trincee dovranno essere scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta delle tubazioni, nel rispetto degli accorgimenti e dei dispositivi previsti nel piano di sicurezza. Se per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, come nel caso di pozzetti, si dovrà prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m. Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni: ove non altrimenti specificato, essa dovrà essere di: 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700. In presenza di altre tubazioni o costruzioni, si dovranno osservare misure di sicurezza adeguate al fine di proteggerle dal rischio di danneggiamenti. La larghezza delle trincee non dovrà superare il valore massimo specificato in Progetto; qualora, all'atto dello scavo, ciò non risultasse possibile, il problema dovrà essere sottoposto al progettista. La larghezza minima delle trincee dovrà essere quella stabilita nella norma UNI EN 1610. Il materiale di risulta dello scavo, qualora dalla Direzione Lavori ritenuto idoneo ad essere reimpiegato per il rinfianco ed il rinterro, sarà depositato provvisoriamente ; in caso contrario sarà conferito a deposito.

Letto di posa

I tubi saranno adagiati su un letto di posa in sabbia o ghiaia fine, di spessore non inferiore a:

- 10cm in presenza di terreno di normale consistenza;
- 15cm in presenza di terreno duro o di roccia lapidea.

II letto di posa dovrà essere spianato e livellato in modo da eliminare discontinuità dell'appoggio (salvo le nicchie per le giunzioni a bicchiere); in nessun caso sarà consentito di regolare la posizione dei tubi nella trincea ricorrendo a pietre, mattoni, legname o ad altri appoggi discontinui. Qualora si rendessero necessari aggiustamenti nell'altimetria, questi saranno effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio, garantendo sempre che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza, senza ricorrere a riempimenti locali.

Installazione

La posa dei tubi inizierà preferibilmente dall'estremità a valle con i bicchieri rivolti a monte. In caso di lunghe interruzioni dei lavori, si provvederà a chiudere temporaneamente le estremità dei tubi; i tappi protettivi saranno rimossi solo immediatamente prima di eseguire le giunzioni; qualsiasi materiale rimasto nel tubo dovrà essere comunque rimosso. Le parti della superficie del tubo che venissero a contatto con i materiali di giunzione dovranno essere prive di difetti, pulite e, se necessario, asciutte; i giunti scorrevoli dovranno essere lubrificati con i lubrificanti e secondo i metodi raccomandati dal fabbricante. Nei casi in cui i tubi non possano essere giuntati manualmente, dovranno impiegarsi adeguate attrezzature idrauliche o manuali di tiro ("*tire-fort*"), essendo tassativamente vietato il ricorso alla spinta con macchinari (escavatori, pale, dozer, ecc.) non espressamente previsti a questo scopo. Nell'esecuzione delle giunzioni a bicchiere dovrà essere rispettata la distanza fra l'estremità della parte imboccata e la battuta del tubo successivo specificata dal fabbricante. Le giunzioni dovranno essere eseguite applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti; a giunzione eseguita, l'allineamento dovrà essere controllato e, se necessario, corretto. Laddove necessario, si devono prevedere per i bicchieri nicchie di dimensioni sufficienti per l'esecuzione del corretto accoppiamento e per impedire che il tubo poggi sul giunto; la nicchia per il bicchiere dovrà avere le dimensioni minime compatibili con il corretto montaggio del giunto. I tagli dovranno essere eseguiti con gli utensili idonei, secondo le raccomandazioni del fabbricante del tubo ed in modo tale da garantire prestazioni adeguate dei giunti. Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione, i tubi dovranno essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

Rinfianco e rinterro

Si definisce come rinfianco il materiale posto superiormente al letto di posa e sino a 30 cm sopra il cervello della tubazione; si definisce come rinterro il materiale sovrastante il rinfianco e sino al p.c. (o immediatamente al di sotto di eventuali pavimentazioni). Di norma il materiale per il rinfianco sarà quello di risulta degli scavi, opportunamente selezionato per eliminare eventuale materiale non idoneo (per dimensioni, forma, ecc..). Il costipamento dovrà avvenire con attrezzature, numero di passaggi e spessore degli strati atti ad ottenere il grado di costipamento pari almeno al 95% della densità optimum di Proctor mod. (ove non altrimenti specificato in Progetto), tenendo conto delle caratteristiche del tubo da installare al fine di evitare di arrecare danni allo stesso. Il costipamento previa saturazione di acqua del rinfianco è ammissibile - su autorizzazione della Direzione Lavori - soltanto in casi eccezionali ed in presenza di terreni incoerenti.

Controlli ed accettazione

Generalità

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012. L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione di cui al successivo par. "Marcatura e documentazione**"**

Marcatura e documentazione

Tutti gli elementi di tubazione dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1401, UNI 10968 e UNI EN 1916 rispettivamente per i tubi in PVC-U per fognature, per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a. Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate. Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione

di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

Livellette

A tubazione posata, prima dell'esecuzione del rinfianco, verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il rispetto delle livellette di Progetto. In caso di un risultato negativo della verifica, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Costipamento del rinfianco

Il costipamento del rinfianco sarà controllato mediante prove di densità disposte dalla Direzione Lavori nella misura di una ogni 100 m di tracciato, prima dell'esecuzione del rinterro. Nel caso che i valori prescritti non siano rispettati, si procederà ad un ulteriore controllo su altrettanti punti; in caso di risultati nuovamente insoddisfacenti, la Direzione Lavori disporrà l'asportazione del materiale ed il rifacimento del rinfianco nelle zone non accettate.

Collaudo in opera

Il collaudo in opera delle tubazioni sarà effettuato secondo le disposizioni della Direzione Lavori in base ai metodi indicati nella UNI EN 1610 (ad acqua o - preferibilmente - ad aria). Condizione per l'accettazione sarà il riscontro di valori delle perdite inferiori a quelli ammissibili stabiliti dalla UNI EN 1401-3 per i per i tubi in PVC-U per fognature e della UNI EN 1610 per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a. In caso di valori superiori, la Direzione Lavori impartirà le disposizioni del caso per il ripristino della funzionalità della tratta (compreso il suo completo rifacimento) a carico dell'Appaltatore.

Norme di misurazione

Le tubazioni saranno misurate secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza dei pozzetti di linea. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono fornitura dei tubi (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisionali, giunzioni, inserimento nei pozzetti, collaudi. Lo scavo della trincea, valutato come scavo di fondazione, sarà misurato a volume considerando la sezione di scavo di Progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni. Il relativo articolo di Elenco prezzi compensa anche il rinfianco ed il rinterro delle tubazioni eseguite con materiale di risulta degli scavi (comprese le lavorazioni per la selezione del materiale); nel caso che per questi non venga impiegato materiale da cava o calcestruzzo o venga prescritta la stabilizzazione con cemento, tali forniture e lavorazioni verranno compensate a parte. Il letto di posa sarà misurato a volume considerando la sezione di posa di Progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

3. Pozzetti in calcestruzzo

Trasporto e posa in opera

I manufatti sono posizionati sui mezzi in accordo con i criteri di sicurezza ed in funzione delle caratteristiche specifiche di ciascun tipo di pozzetto, per evitare danni nel trasporto. In particolare, i pozzetti devono essere collocati nei veicoli in posizione ed in modo che sia garantita l'immobilità' trasversale e longitudinale del carico. Quando si utilizzano cavi o imbracature di acciaio, i pozzetti devono essere convenientemente protetti per evitare qualunque danno che possa influire

negativamente nella posa, durabilità e nella funzionalità dello stesso. La movimentazione dei manufatti in stabilimento e durante il trasporto deve essere effettuata senza che risentano di colpi o attriti, principalmente nelle sezioni di giunzione. Nel carico dei veicoli si deve tener presente il numero di file di pozzetti che possono sovrapporsi in modo che le tensioni prodotte in queste operazioni, non superino valori pregiudizievoli per la resistenza del calcestruzzo al momento del trasporto. Le guarnizioni elastomeriche devono viaggiare imballate o accorpate purché siano facilmente identificabili per tipo e quantità. Le attrezzature per la movimentazione e lo scarico sono di competenza dell'impresa installatrice. Le operazioni di scarico dai mezzi di trasporto non devono provocare urti al manufatto; in particolare non devono danneggiare le importantissime zone di estremità I mezzi di sollevamento e movimentazione devono essere certificati e verificati dal responsabile di cantiere in funzione del peso dei manufatti e dei piani di sicurezza previsti.
È consigliabile usare pinze o altri mezzi idonei al sollevamento. Tutti i mezzi di sollevamento devono soddisfare le prescrizioni delle normative ed il loro impiego deve essere conforme ai piani di sicurezza specifici redatti. Accatastamento e conservazione dei materiali Tutti gli elementi possono essere stoccati all'aperto, non hanno bisogno di attenzioni particolari se non di quelle che preservino le giunzioni, siano esse con guarnizione incorporata o a rotolamento o senza. Sfilamento lungo il cavo. Generalmente questa operazione si esegue dopo le operazioni di scavo. Si dispongono gli elementi lungo la trincea di posa per la preparazione al successivo calo nello scavo. Gli elementi vanno posati lungo la trincea in prossimità del punto di installazione, su un'area possibilmente piana, pulita e che non sia di intralcio per le successive operazioni di cantiere. Evitare il deposito vicino alla sponda della trincea aperta non protetta per prevenire possibili franamenti della parete del cavo.

Scavo per la posa dei pozzetti

Nella maggioranza dei casi i pozzetti vengono posati nello stesso scavo fatto per la posa dei tubi l'unica accortezza è quella di allargare opportunamente la base dello scavo per consentire la giusta operatività durante la posa del pozzetto.
Nello specifico lo scavo in corrispondenza del punto di posa dei pozzetti deve avere una larghezza superiore di almeno 100 cm rispetto alla larghezza esterna del pozzetto, al fine di consentire la discesa dei lavoratori nella fase di posa del pozzetto, e una opportuna lavorazione di compattazione dei livelli di materiale granulare di riempimento. Lo scavo deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto. La quota del fondo dello scavo va fissata tenendo conto dello spessore del fondo del pozzetto e del letto di posa;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare i pozzetti e le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale proveniente dagli scavi ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni, al fine di evitare il pericolo di caduta del materiale stesso.

Scavo in presenza di falda

In presenza di acqua di falda, l'operatività della posa viene ridotta e pertanto è necessario abbassare il livello dell'acqua al disotto del fondo dello scavo. Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda nello scavo possa determinare l'instabilità

del terreno di posa e, quindi, dei pozzetti, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda i pozzetti e i tubi. In questo caso inoltre si dovrà provvedere ad impermeabilizzare la superficie esterna del pozzetto.

Letto di posa

La base del pozzetto deve poggiare su una superficie regolare e livellata che risulti stabile nel tempo. Al tal fine deve essere realizzato un letto di posa di calcestruzzo magro Rck 15, di spessore variabile a seconda del terreno di posa, e comunque non inferiore a 10 cm, tale da garantire la maggior stabilità possibile in occasione degli inevitabili cedimenti, evitando abbassamenti/rotazioni eccessive del corpo del pozzetto. Nel caso di terreni caratterizzati da bassa portanza, è consigliato armare il getto con una rete elettrosaldata. È consigliabile l'utilizzo di un calcestruzzo di consistenza a terra umida (S1). L'elemento di sottofondazione non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo dello scavo. Il magrone deve essere opportunamente livellato in modo da costituire per il fondello un appoggio piano e uniforme.

Posa in opera

Il pozzetto in funzione della sua composizione e tipologia viene montato per il collegamento alle tubazioni, elemento dopo elemento, nello scavo. Il collegamento ai tubi deve essere effettuato a regola d'arte, secondo le indicazioni prescritte dal progettista e dal Direttore dei Lavori.

Riempimento dello scavo

Il riempimento dello scavo intorno al pozzetto deve essere realizzato con materiale granulare (sabbia e ghiaia) di pezzatura non superiore a 50-60 mm, compattato a strati, con l'ausilio di opportuni metodi di costipamento (a mano, con pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri). La corretta compattazione del materiale granulare posto intorno al pozzetto costituisce l'elemento fondamentale per:

- la garanzia della durabilità del pozzetto stesso.
- la ripartizione uniforme delle sollecitazioni sul manufatto;
- la stabilità e continuità della sede viaria.

Norme di misurazione

I pozzetti prefabbricati saranno misurati a numero secondo le dimensioni. Gli articoli di Elenco prezzi comprendono ogni onere per trasporto, scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, posa in opera, collegamento e sigillatura delle tubazioni, controllo idraulico ed ogni altra opera per ottenere un pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta, esclusi solo lo scavo, il calcestruzzo magro di sottofondazione.

4. Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti

Definizioni

Si definiscono:

- dispositivo di chiusura: parte del pozzetto di ispezione costituita da un telaio e da un coperchio e/o una griglia;

- dispositivo di coronamento: parte del pozzetto di raccolta costituita da un telaio e da una griglia e/o un coperchio;
- telaio: elemento fisso di un dispositivo di coronamento o di chiusura, destinato all'alloggiamento ed al sostegno di una griglia o di un coperchio;
- griglia: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che consente il deflusso dell'acqua nel pozzetto di raccolta;
- coperchio: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o di ispezione.

Materiali

I dispositivi di chiusura e di coronamento possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (non per le griglie);
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo (non per le griglie);
- calcestruzzo armato (non per le griglie).

Le caratteristiche di spessore e protezione dalla corrosione per l'acciaio laminato saranno quelle stabilite nella norma UNI EN 124. Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 124. Le caratteristiche dimensionali (fessure e fori di aerazione, apertura di accesso, profondità di incastro, giochi tra le diverse parti, telaio) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione degli spigoli, sistemi di fissaggio, di sbloccaggio e di rimozione, tenuta) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

Posa in opera

A pozzetto ultimato, il coronamento di questo sarà leggermente scarificato, in modo che la superficie ruvida così ottenuta favorisca l'adesione della malta cementizia che costituirà il letto di appoggio del telaio. Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata. Per la preparazione e la stesa della malta si osserveranno le istruzioni indicate dal fabbricante. Lo spessore di malta sarà compreso tra 2 e 3cm. Qualora occorressero spessori maggiori, si dovrà ricorrere, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio con Rck 30MPa opportunamente armato, oppure all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio prefabbricato; in nessun caso potranno essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, schegge o frammenti di mattoni. Il telaio sarà posizionato planimetricamente in modo che la sua luce coincida con quella del pozzetto, ed altimetricamente in modo che la superficie superiore del dispositivo si trovi, a lavoro ultimato, alla quota della pavimentazione finita (tenuto conto degli eventuali inviti per i pozzetti esterni alle corsie di traffico). Il fissaggio nella malta sarà eseguito senza sbavature sulla superficie di appoggio del coperchio nel telaio, e lasciando liberi almeno gli ultimi 3cm superiori del bordo del telaio, per permettere la rifinitura a livello del manto stradale. Nel caso che, in conseguenza di assestamenti sotto carico o di altre cause, si dovesse provvedere al ricollocamento in quota del telaio, quest'ultimo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita completamente asportati. Si procederà quindi al ricollocamento con le modalità precedentemente descritte. Il chiusino non sarà transitabile per il tempo necessario alla

maturazione dei materiali impiegati, in funzione della temperatura e dell'umidità ambientali. Per altri aspetti di dettaglio si farà riferimento alle specifiche del fabbricante.

Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124. Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate. Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

A posa effettuata e prima dell'esecuzione della pavimentazione verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il corretto posizionamento del dispositivo in relazione alle quote di Progetto della pavimentazione finita. A pavimentazione completata verrà eseguito un ulteriore controllo. In caso di un risultato negativo delle verifiche, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Norme di misurazione

I dispositivi di coronamento saranno contabilizzati per m^2 di superficie, per kg di peso o a numero, secondo il tipo.

5. Canali di drenaggio

Definizioni

Si definisce canale di drenaggio un'entità lineare composta da unità prefabbricate che permette la raccolta e il trasporto di acqua superficiale per tutta la sua lunghezza per scarico in avanti.

Materiali

I canali di drenaggio, ad eccezione delle griglie e delle coperture, possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (solo se protetto contro la corrosione);
- acciaio inossidabile;
- calcestruzzo armato o non armato;
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo o calcestruzzo con resina sintetica con fibra;
- calcestruzzo con resina sintetica;
- calcestruzzo con fibra;
- polipropilene o polietilene.

Le griglie e le coperture possono essere fabbricate con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (solo se protetto contro la corrosione);
- acciaio inossidabile;
- leghe a base di rame;
- calcestruzzo con resina sintetica;
- calcestruzzo con fibra.

La protezione contro la corrosione dell'acciaio laminato sarà conforme alle norme richiamate nella UNI EN 1433. Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 1433. Le caratteristiche dimensionali (sezioni, fessure ed altre aperture, profondità dell'inserimento di griglie e coperture) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione dei bordi, sistemi di fissaggio delle griglie e delle coperture, giunzioni, tenuta, trattamento superficiale, contenitori per i detriti) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1433. Le griglie dovranno essere almeno di classe di carico D400.
Per i canali in polipropilene o in polietilene il produttore deve consegnare i seguenti certificati, tutti emessi da appositi laboratori di test e verifiche, indipendenti dal produttore stesso:

- Certificazione di conformità secondo UNI EN 1433
- Rapporto di prova di resistenza alla abrasione secondo ISO5470
- Rapporto di prova di resistenza agli agenti chimici secondo UNI ISO/TR 7474
- Rapporto di prova di resistenza al fuoco secondo UL94 classe V2

Posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire secondo le istruzioni allegate alla fornitura. In particolare, per i canali di drenaggio richiedenti ulteriore supporto per sostenere i carichi di servizio (designate come "tipo M" nella UNI EN 1433) l'affiancamento dei diversi elementi, nonché le dimensioni, la classe di calcestruzzo e l'armatura del supporto dovranno essere conformi alle istruzioni del fabbricante.

Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1433. Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate. Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

Controlli in cantiere

Successivamente al montaggio degli elementi ed alla loro giunzione, verrà effettuato il collaudo in sito per tratti di canale secondo le disposizioni della Direzione Lavori, chiudendo le estremità aperte e riempiendo il tratto di canale sotto prova sino al massimo livello all'estremo di valle. Il collaudo si riterrà positivo se in un intervallo di tempo di 30 minuti non si verificheranno perdite in corrispondenza delle giunzioni o attraverso il corpo delle canalette.

Norme di misurazione

I canali di drenaggio saranno misurati secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza di eventuali pozzetti di linea. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono fornitura (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, scavo della sede d'imposta, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisionali, giunzioni, inserimento nei pozzetti, rinfianco e rifiniture, collaudi.

6. Canalette, mantellate, cordonate

Materiali

Canalette, mantellate in lastre o a grigliato articolato, rivestimenti di fossi, cordonate, saranno costituiti da elementi prefabbricati in c.a.v., prodotti da aziende certificate UNI EN ISO 9001. Gli elementi dovranno essere costituiti da calcestruzzo avente R_{ck} non inferiore a 25MPa. Le superfici in vista degli elementi dovranno essere perfettamente lisce. Le caratteristiche dimensionali per ciascuna tipologia saranno conformi ai disegni di Progetto.

Posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire su piani opportunamente preparati, anche mediante costipamento, in modo da evitare successivi cedimenti. Ove previsto si procederà alla stesa di malta di allettamento. I giunti verranno accuratamente stuccati, previa abbondante bagnatura. Per gli elementi di copertura di ampie superfici (mantellate in lastre) dovranno essere realizzati giunti di dilatazione (indicativamente ogni 4-5 m) da sigillare con mastice bituminoso. Per gli elementi collocati lungo scarpate (ad es. canalette ad embrice) dovrà provvedersi all'ancoraggio mediante tondini in ferro secondo i disegni di Progetto o come disposto dalla Direzione Lavori. Per le mantellate a grigliato articolato, dopo il montaggio degli elementi si procederà al riempimento delle cavità con terra vegetale ed alla semina con miscuglio di erbe da prato perenni secondo le previsioni di Progetto. Verrà posta ogni cura nella realizzazione degli allineamenti, e per gli elementi interferenti con la piattaforma stradale (imbocchi ad embrice, cordonature, ...) la precisa ubicazione in quota, in ragione del raccordo con la pavimentazione e della garanzia di un regolare deflusso delle acque.

Controlli ed accettazione

Per ogni partita di fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori i documenti e le certificazioni relativi alla qualificazione ed ai controlli di produzione del fabbricante, secondo le disposizioni di NTC.2018.

Controlli in cantiere

La Direzione Lavori controllerà, prima della posa in opera, i diversi elementi per accertarne la corrispondenza alle caratteristiche dimensionali previste in Progetto e la regolarità delle forme e dei giunti. Successivamente alla posa in opera degli elementi la Direzione Lavori controllerà la corretta esecuzione degli allineamenti planimetrici, dell'ubicazione altimetrica e della realizzazione dei giunti, disponendo il rifacimento di quanto non conforme al Progetto.

Norme di misurazione

I prezzi di elenco compensano ogni onere per fornitura, trasporto, carico, scarico, preparazione del piano di posa ed allettamento, ancoraggi, riempimenti in terra vegetale (per le mantellate ad articolato grigliato), realizzazione dei giunti, sia per gli elementi correnti sia per quelli speciali (imbocchi di embrici, raccordi e curve, ...).

7. Embrici

Elementi prefabbricati componibili realizzati in calcestruzzo vibrato con finitura industriale impiegati per il convogliamento e lo scarico di acque meteoriche da scarpate o pendii.

Questi elementi, denominati embrici, sono disponibili in due versioni un modello dotato di incastro maschio-femmina e un modello privo di incastro maschio-femmina il cui ancoraggio sarà garantito dalla sola conicità della forma geometrica dell'embrice stesso.

Entrambi i modelli sono corredati da pezzi speciali (inviti) per l'imbocco e il convogliamento iniziale delle acque.

Gli elementi sono costituti in calcestruzzo vibrocompresso avente resistenza non inferiore a RcK 25 MPA.

Posa in opera

Gli "embrici" in calcestruzzo devono essere posati in opera in modo che ogni "elemento" si sovrapponga in parte all'elemento seguente, in corrispondenza della congiunzione di due "elementi", a formare degli scalini a scendere. A tal fine, bisogna preparare uno scavo nel terreno del pendio/scarpata atto a ricevere la parte del manufatto da interrare. Il fondo dello scavo deve essere spianato e costipato. Infine, posare gli elementi partendo dal punto di uscita del flusso e bloccarli alla base per impedirne lo spostamento ed il disallineamento degli stessi.

Elementi prefabbricati

Gli embrici e i relativi inviti sono prodotti mediante tecnologie che consentono il confezionamento di un calcestruzzo altamente compatto, impermeabile e dotato di elevata durabilità, come prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI EN 11104. Il mix design del conglomerato cementizio utilizzato nel processo produttivo è studiato in funzione delle prestazioni finali atte a garantire la funzionalità del sistema:

- A seconda delle temperature interne ed ambientali vengono impiegati cementi ad alta resistenza nelle classi CEM 42,5R o CEM 52,5R, opportunamente dosati e conformi alla norma UNI-EN 197-1;
- Viene adottata una classe di consistenza a bassa lavorabilità (S1/S2) e grazie all'ausilio di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 si è in grado di garantire rapporti acqua/cemento inferiori allo 0,5, con acqua di impasto rispondente alla UNI EN 1008;
- Gli aggregati selezionati, marcati CE in conformità alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2 e esenti da minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali in accordo alla UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2, sono suddivisi in 3 classi granulometriche, con diametro massimo dell'aggregato < ¼ dello spessore del manufatto

Art. 26 Drenaggi

1. Drenaggi tradizionali

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame, con misto di fiume o di cava, con sabbia lavata o con materiale proveniente dagli scavi opportunamente frantumato, vagliato e lavato, posti in opera su platea di conglomerato cementizio di tipo III con classe di resistenza > 20/25MPa. Il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti, con tubi perforati di acciaio zincato o con tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 180 mm. Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti, ponendo il materiale di maggiori dimensioni negli strati inferiori e quello fino negli strati superiori; si potrà intasare il drenaggio già costituito con sabbia lavata. Il misto di fiume e la sabbia lavata da impiegare nella formazione dei drenaggi dovranno essere puliti ed esenti da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortiti con

esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI. La formazione e la configurazione finale dei drenaggi a tergo dei piedritti delle gallerie artificiali, saranno conformi a quanto previsto in Progetto o prescritto dalla Direzione Lavori.

2. Drenaggi a tergo di murature

Il drenaggio verticale a tergo di murature sarà realizzato con una stuoia drenante dello spessore non inferiore a 22mm, avente anche funzione di cassero a perdere; sarà costituita da una struttura centrale tridimensionale drenante, in monofilamento di nylon resistente ai raggi U.V. ed allo schiacciamento, intrecciato e termosaldato nei punti di contatto; sarà accoppiata solidamente sulle facce ad un telo filtrante in geotessile dello spessore di 0,7mm e ad un telo impermeabile in PVC dello spessore di 1 mm. La stuoia di peso complessivo non inferiore a 2,4kg/m^2 dovrà avere una capacità drenante alla pressione di 0,05MPa non inferiore a 1,4 l/s per metro di larghezza. Il dreno sarà posto in opera in aderenza alla superficie della muratura, dovrà essere ben curata la giunzione dei teli con sormonti aventi una sovrapposizione non inferiore a 10cm; al piede del drenaggio dovrà essere posto in opera un tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 80mm per consentire l'allontanamento e lo scarico delle acque drenate.

3. Drenaggi con filtro in geotessile non tessuto

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali della pavimentazione, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in geotessile non tessuto in polipropilene del peso non inferiore a 300 g/m^2, avente le caratteristiche indicate nelle presenti Norme. I teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30cm e successiva graffatura. La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180-200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0kg/m^2. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo). Il cavo così rivestito sarà riempito con materiale lapideo pulito e vagliato, trattenuto al crivello 10mm UNI, avente pezzatura massima di 70mm.
Il materiale dovrà riempire tutta la cavità così da fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il geotessile fuoriuscente in sommità e su di esso sarà eseguita una copertura in terra pressata. Quando previsto in Progetto, sul fondo del drenaggio dovrà essere fornita e posta in opera una tubazione in PVC od in acciaio zincato, microfessurata, per lo smaltimento delle acque.

4. Drenaggi delle cunette in trincea

I drenaggi sottostanti le cunette laterali nei tratti in trincea dovranno essere realizzati secondo le previsioni di Progetto. Lo scavo sarà rivestito con un filtro in geotessile non tessuto, per il quale si richiamano le prescrizioni di cui al precedente punto 19.3, per quanto attiene a caratteristiche, impermeabilizzazione del fondo e metodo di posa in opera. La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo 180*200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2,0 kg/m^2. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo). Sul fondo, dopo la posa del filtro in geotessile, dovrà essere fornito e posto in opera uno strato di sabbia lavata dello spessore di 5 cm per

l'allettamento del tubo di drenaggio. Quest'ultimo, in relazione alle previsioni di Progetto, dovrà essere in acciaio zincato ondulato elicoidalmente e forato, o in PVC nervato e forato. La tipologia e il diametro del tubo saranno quelli indicati in Progetto; nella posa in opera le aperture saranno rivolte verso il basso in modo simmetrico rispetto alla generatrice inferiore del tubo. Il riempimento finale del cavo sarà in misto di fiume o frantumato di cava. Tale materiale dovrà essere pulito ed esente da componenti organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI. Il riempimento potrà essere realizzato con calcestruzzo poroso vibrato, confezionato con cemento di tipo III o IV, avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza cubica a compressione a 28 giorni di maturazione > 10MPa;
- permeabilità > 2cm/s;
- dimensione massima degli aggregati 4cm.

Il conglomerato cementizio drenante dovrà riempire la cavità ed essere costipato mediante vibratore per fare aderire il geotessile alle pareti dello scavo. Effettuata la chiusura del cavo mediante il risvolto e la sovrapposizione dei due lembi del geotessile, il lembo superiore dovrà essere impregnato con legante bituminoso 180-200 dato a caldo. Sopra il drenaggio sarà realizzata la cunetta avente profilo e finitura conforme ai disegni di Progetto.

5. Posa in opera di tubi in calcestruzzo con bicchiere e guarnizione

I tubi di calcestruzzo con bicchiere del tipo indicato in Elenco Prezzi dovranno essere posti in opera su sottofondo in sabbia o in calcestruzzo secondo le prescrizioni; il sottofondo dovrà essere spianato e disposto esattamente secondo le livellette prescritte; il tubo sarà quindi posato sul sottofondo così predisposto e rincalzato lateralmente con idonei cunei perchè sia mantenuto esattamente in posto. La giunzione dei tubi verrà effettuata mettendo gli appositi anelli di elastomero. Questi dovranno essere forniti dal fabbricante dei tubi e dovranno avere qualità e dimensioni tali da assicurare la permanente tenuta del giunto stesso.

Compiute le giunzioni per un tratto di condotta si verificherà nuovamente la regolare collocazione planimetrica ed altimetrica di tutti i tubi formanti il tratto stesso, avendo cura nel rinfianco e nel costipamento che la tubazione non abbia minimamente a spostarsi dalla sua posizione in precedenza fissata.

Il reinterro si farà dapprima a mano con terra crivellata o materiale fino, disposto a tratti ben battuti fino a circa 50 cm. al di sopra del tubo; dopo potrà essere eseguito a macchina impiegando la terra di scavo essa pure a regolari strati battuti a regola d'arte. Qualora si procedesse al reinterro di una condotta senza previo assenso della D.L. l'Appaltatore sarà tenuto a scoprirla onde permetterne le necessarie verifiche.

Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo messo in opera, mediante un idoneo tappo, per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta. Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prima del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Appaltatore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento dei danni derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.

Le camerette in opera dovranno essere realizzate sopra il tubo continuo ed il fondo delle stesse sarà ricavato gettando calcestruzzo fino a 5/6 del diametro del tubo dopo la presa si procederà al taglio della parte sporgente del tubo allo scopo di realizzare l'ispezione necessaria; nel caso di pozzetti prefabbricati a fondo conformato si provvederà al corretto innesto della tubazione nel pozzetto con idonea guarnizione avendo cura di accoppiare elementi congruenti per tipologia e dimensione.

6. Posa in opera tubi pvc e pp e pe

I tubi in PVC e PP e PE dovranno essere posti in opera su sottofondo in sabbia o in calcestruzzo, secondo le prescrizioni; il fondo dei tubi dovrà essere disposto secondo le livellette prescritte. La giunzione dei tubi a bicchiere verrà effettuata mettendo gli appositi anelli di elastomero preventivamente lubrificati con acqua saponosa. Questi dovranno essere forniti dal fabbricante dei tubi e dovranno avere qualità e dimensioni tali da assicurare la permanente tenuta del giunto stesso. Compiute le giunzioni per un tratto di condotta, si verificherà nuovamente la regolare collocazione planimetrica ed altimetrica di tutti i tubi formanti il tratto stesso, dopo che la tubazione verrà completamente rivestita con sabbia o con calcestruzzo, secondo le prescrizioni, avendo cura di effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo. Le camerette d'ispezione dovranno essere realizzate in cemento armato con l'impiego di fondello in poliestere rinforzato completo di giunti a tenuta orientati secondo le pendenze e le deviazioni planimetriche.
Il reinterro si farà dapprima a mano con terra crivellata o materiale fino, disposto a strati ben battuti fino a circa 50 cm. al di sopra del tubo; dopo potrà essere eseguito a macchina impiegando la terra di scavo, essa pure, a regolari strati battuti a regola d'arte. Qualora si procedesse ai reinterro di una condotta previo assenso della D.L. l'Appaltatore sarà tenuto a scoprirla onde permettere le necessarie verifiche. Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo messo in opera, mediante idoneo tappo per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta. Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prima del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Appaltatore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento dei danni derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.

7. Bacini di infiltrazione

Si tratta di aree costituite da piccoli invasi dal fondo permeabile, progettate per rimanere asciutte la maggior parte del tempo. Il loro funzionamento è quello di ricevere e trattenere temporaneamente le acque di pioggia a seguito degli eventi metereologici, per poi svuotarsi per infiltrazione nel sottosuolo. Svolgono sia la funzione di controllare il deflusso superficiale dell’acqua sia quella di permettere la sedimentazione dei solidi sospesi presenti nelle acque di prima pioggia; pertanto, devono essere dimensionati per assolvere a entrambe le funzioni. Assolvono la funzione delle vasche volano, ma inserite in un tessuto urbano con approccio multifunzionale, cioè sfruttandole anche a scopo fruitivo.
I bacini sono realizzati per ribassamento (o mancato riempimento) del piano campagna.
Il fondo e le sponde del bacino devono essere preparati con cura per garantire la solidità strutturale del bacino; la livellazione deve essere uniforme e liscia, con la giusta pendenza, in modo da evitare che l'acqua si depositi in depressioni, per ridurre al minimo il rischio di incanalamento e di erosione attraverso percorsi di flusso preferenziali. Si deve controllare che tutte le strutture arginali soddisfino i criteri di progettazione. La preparazione deve anche
garantire che il bacino sia in grado di gestire in modo soddisfacente i flussi di progetto senza significativi danni da erosione.
Accorgimenti costruttivi
Le sponde arginali, se in rilevato, dovranno essere realizzate in terra omogenea, realizzate con pendenza massima di 45° e rinforzate con geostuoie rinverdite/ preseminate.
I terreni utilizzati per rifinire i pendii laterali devono essere adeguatamente fertili, porosi e di profondità sufficiente a garantire una sana crescita della vegetazione.
Durante la fase di realizzazione del bacino, il deflusso dai terreni nudi deve essere ridotto al minimo. Ad esempio:

- la vegetazione sui pendii dovrebbe essere rapidamente insediata
- si dovrebbero introdurre trincee alla base dei pendii per trattenere l'inevitabile deflusso dei sedimenti
- La costruzione dovrebbe essere programmata in modo da evitare i periodi più piovosi in cui si prevedono alti tassi di precipitazione.

I bacini di ritenzione possono essere utilizzati per gestire il deflusso dei lavori di costruzione e trattenere i sedimenti, a condizione che siano completamente ripristinati prima della consegna.

In prossimità delle immissioni al bacino è necessario prevedere un adeguato sistema di dissipazione di energia (es. massi, pietrame, ciottoli) per limitare il rischio di erosione.

I bacini sono tipicamente vegetati con prato, ma è possibile prevedere l'inserimento di altre specie per mantenere nel tempo la permeabilità del terreno, aumentare il valore paesaggistico e la biodiversità dell'area.

Le principali specie che possono essere utilizzate sono:

- Specie erbacee: Graminacee, Lysimachia nummularia, Lythrum salicaria, Matteuccia struthiopteris, Mentha aquatica, Aruncus dioicus,Echinacea purpurea, Lobelia siphilitica, Caltha palustris, Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Lychnis flos-cuculi, Petasites hybridus, Iris pseudacorus, Osmunda claytoniana e Veronica longifolia.
- Specie arbustive: Cornus sanguinea, Frangula alnus, Salix purpurea, Viburnum Spp.etc.
- Specie Arboree: Amelanchier laevis 'Service berry', Acer spp.rubrum.

Lavorazioni e materiali

È necessario procedere allo sbancamento dei primi 20 cm del terreno e attuare una lavorazione del terreno tramite ripuntatori (60 cm profondità) per facilitare il drenaggio profondo delle acque.

Il terreno di riporto (terreno proveniente da scavi locali esclusi terreni limosi/argillosi), necessario a raggiungere la quota di fondo progettuale, dovrà invece essere miscelato con ghiaia (15-20 %) e sabbia (15-20 %); mentre gli strati più superficiali (10 – 15 cm) dovrà essere un mix di sabbia, ghiaia, terreno di coltivo e compost.

Geostuoie rinverdite/preseminate

Per garantire stabilità e protezione contro l'erosione nella fase che precede l'attecchimento della vegetazione, impedendo lo sviluppo del dissesto superficiale delle scarpate dei bacini, si prevede la posa in opera di geostuoie tridimensionali composte da tre griglie in polipropilene estruse e successivamente biorientate sovrapposte e cucite fra loro da rinverdire con la tecnica dell'idrosemina o posate insieme a biotessuto preseminato di origine completamente cellulosica e totalmente biodegradabile (già contenenti semi e concimi).

Materiale dotato di marcatura CE, reso in cantiere in bobine, corredate da etichette identificative di produttore, lotto di produzione, tipologia del prodotto.

La scarpata dovrà essere modellata con mezzi meccanici o a mano, fino ad avere una superficie liscia e regolare, dovranno essere rimossi eventuali ciottoli di grosse dimensioni, riempite e compattate le eventuali impronte o solchi di ruscellamento.

Lungo la parte superiore del ciglio di scarpata dovrà essere realizzato uno scavo, 60 cm oltre la cresta, per l'ancoraggio dei materiali di rinforzo di 30 cm di larghezza e altrettanti di profondità e fissati con picchetti in acciaio sagomati ad "U" da ca. 30 cm di lunghezza.

I materiali vanno posati dall'alto verso il basso tenendo i rotoli od i pannelli paralleli al ciglio di scarpata, sviluppandone la lunghezza nella direzione di massima pendenza. I teli dovranno essere ben aderenti al sottofondo ed assecondare le irregolarità morfologiche presenti, per evitare lo svuotamento dal basso generata dall'acqua di infiltrazione. Srotolare e stendere la geostuoia su tutta la superficie interessata fissandola ca. ogni 1-2 m con i chiodi a U per assicurare una buona aderenza tra suolo e geostuoia e assicurandosi che il biotessile preseminato verde sia stabilmente a contatto col terreno.

Anche alla base i teli dovranno essere picchettati o immorsati nel terreno a mezzo di apposite trincee, per evitare il sollevamento da parte del vento o del ghiaccio. Ricoprire la geostuoia con terreno vegetale fine, manualmente o con mezzi meccanici (facendo attenzione a non danneggiarla). Irrigare per i primi 25-30 giorni fino al completo insediamento del manto erboso.

Art. 27 Conglomerati cementizi semplici e armati

Tutto il calcestruzzo utilizzato, sia prodotto in cantiere sia in uno stabilimento esterno al cantiere, dovrà essere confezionato con processo industrializzato, mediante impianti idonei ad una produzione costante, con personale e attrezzature capaci di valutare e correggere la qualità del prodotto. Gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo della produzione e di un sistema di gestione della qualità secondo UNI EN 9001 certificato da un organismo terzo indipendente. Per gli aspetti attinenti alla tecnologia del conglomerato cementizio, l'Appaltatore dovrà avvalersi della collaborazione di un tecnologo qualificato il cui curriculum dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore dei Lavori. Per il calcestruzzo fornito da un preconfezionatore esterno l'Appaltatore dovrà garantire il rispetto delle specifiche del presente Capitolato Speciale.

1. Materiali

Aggregati

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali. Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane). Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella Tabella 39 A e comunque almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Nella Tabella 39 A sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Tabella 39 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%

Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA30 Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A.20
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli <10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO3 < 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	< $f_{1,5}$
	Aggr. grosso frantumato da roccia		< $f_{4,0}$
	Sabbia non frantumata		<$J_{3,0}$
	Sabbia frantumata		<f_{10}
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES S80 MB < 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl- < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI >0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI >0,12 (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni **8.000 m³** di aggregati impiegati.		

È consentito l'impiego di aggregato di recupero dall'acqua di lavaggio in misura non superiore al 5% dell'aggregato totale. La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere la minima richiesta d'acqua a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.). Le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno sovrapporsi per più del 15% e il diametro inferiore (d) della frazione (i+1)-esima dovrà risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione i-esima. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori. La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico dichiarato dal produttore (con tolleranza di ± 10 % rispetto alla curva di riferimento) ed approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m^3 di aggregati impiegati. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia e al suo contenuto di fini allo scopo di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio dovranno essere impiegate almeno tre dimensioni dell'aggregato delle categorie Gc85/20 per D_{max} fino a 11,2 mm, Gc90/15 per D_{max} maggiore di 11,2 mm e Gf85 per le sabbie (UNI EN 12620). Rispetto alla dimensione massima dichiarata (D_{max}) dell'aggregato combinato, deve essere presente una sovraclasse da 2 a 5 %. La dimensione massima (D_{max}) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (in tal caso dovrà risultare non maggiore del copriferro).

Per calcestruzzo pompato il modulo di finezza della sabbia dovrà essere compreso tra 2.4 e 3.0, la percentuale di passante al vaglio da 0.25 mm dovrà essere compresa tra il 10 e il 20% in peso, la percentuale di passante allo 0.125 dovrà essere compresa tra il 5 e il 10% in peso;

Additivi

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2, UNI 10765. L'Appaltatore dovrà impiegare esclusivamente additivi muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE, secondo Le informazioni riportate nella certificazione di marcatura CE dovranno essere quelle pertinenti essenziali, tra quelle incluse nell'appendice ZA della UNI EN 934-2. I produttori dovranno operare con un sistema di gestione della qualità certificato secondo UNI 9001. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi (esclusivamente dello stesso produttore) l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione della loro compatibilità. Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del documento di trasporto e l'Attestato di Conformità CE. La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m^3 di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c. Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore o nell'autobetoniera contemporaneamente all'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 20H)si farà costantemente uso di additivi riduttori d'acqua fluidificanti e superfluidificanti approvati dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi multifunzionali ad azione fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante. Non dovranno essere impiegati additivi contenenti cloruro in misura maggiore dello 0,10% in massa. Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni riportate nella documentazione tecnica del fornitore. La scelta degli additivi fluidificanti dovrà essere basata, tenendo conto della stagione d'impiego:

- sull'effettiva capacità di riduzione d'acqua a consistenza S4-S5 per confronto con calcestruzzo privo di additivo . Tale capacità dovrà essere verificata con prove di laboratorio eseguite impiegando aggregati asciutti di cui sia noto l'assorbimento, ad una temperatura ambiente simile a quella prevedibile della stagione di impiego per ciascuna miscela,

- sul mantenimento della lavorabilità che deve essere appropriato alle lavorazioni ed alle stagioni previste, assicurando una perdita di slump non superiore a 20-40mm tra la centrale di betonaggio e il punto di getto, anche per tempi fino a 90 minuti.

Per ottimizzare i risultati si dovrà usare un additivo superfluidificante a rilascio progressivo a base carbossilato etere, avente le seguenti caratteristiche con un dosaggio di 1.0 - 1.4 l/100 kg di cemento:

- riduzione d'acqua non minore del 20 %,
- mantenimento della consistenza S4 per almeno 60 minuti,

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso degli additivi aeranti normalizzati nella UNI EN 934-2. Ricadono in questa prescrizione:

- tutte le cunette, i muretti, i pulvini, le solette esposte anche solo parzialmente alla pioggia;
- tutti gli elementi strutturali situati a quote maggiori di 400 m slm, esclusi i precompressi; al di sotto di detta quota il progettista avrà stabilito se utilizzare calcestruzzi aerati in funzione delle condizioni climatiche prevalenti e dell'impiego di sale nelle operazioni invernali;

La percentuale di aria aggiunta varierà secondo quanto riportato nella Tabella 39 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7.

Tabella 39 B- Dosaggio richiesto di aria aggiunta

Dmax Aggregati (mm)	% aria aggiunta	
	Minimo	Massimo
10,0	4.5	8.5
12,5	4.0	8
20,0	3.5	7.5
25,0	3,0	7
40,0	2,5	6.5
50,0	2,0	5
75,0	1,5	3

L'Appaltatore dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente aggiunta al di sotto dei limiti della tabella. A tale scopo per la qualifica delle miscele aerate si dovrà procedere alla misura della differenza del contenuto d'aria del calcestruzzo fresco alla centrale di betonaggio e del calcestruzzo fresco dopo il trasporto, la posa in opera e la compattazione nel manufatto. Il contenuto d'aria aggiunta nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento

descritto nella UNI EN 480-11. Qualora si riscontri una carenza d'aria rispetto ai quantitativi minimi prescritti, si opererà un deprezzamento del 10% del conglomerato per ogni percento di aria in meno, fino al 30 %. Per gli elementi strutturali precompressi non si userà calcestruzzo aerato. Se si prevede l'esposizione a cicli gelo-disgelo, il calcestruzzo deve essere resistente al gelo e la verifica deve effettuarsi con un metodo di prova adatto per un calcestruzzo aerato (UNI 7087). In climi severi e dove si faccia uso di sale, per tali elementi si ricorrerà alla protezione superficiale mediante sistemi protettivi pellicolari. Sui pulvini di opere situate in località in cui si prevedano le operazioni invernali, dovranno sempre essere applicati sistemi protettivi pellicolari.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d. Gli additivi acceleranti di presa o di indurimento aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente la perdita di lavorabilità e lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti. Preferibilmente verranno impiegati additivi multifunzionali ad azione fluidificante-ritardante o fluidificante-accelerante. I tipi ed i dosaggi impiegati rispondenti alla normativa UNI EN 934-2, o UNI EN 10765 dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte sia idrauliche che inerti in conformità alla UNI EN 206-1.

Ceneri volanti

Le ceneri volanti, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile, che dovrà essere costantemente controllata. Le caratteristiche delle ceneri volanti devono essere conformi alla UNI EN 450-1 e in particolare ai requisiti riportati nella Tabella 39 C Caratteristiche delle ceneri volanti.

Caratteristica	U.M.	Limiti di accettazione	Tolleranze	Frequenza prove
Perdita al fuoco (p.p.c.) (1 ora) UNI ENV 196/2	%	< 5,0	+ 2,0	- Ciascuna fornitura
CI (cloruri) - UNI EN 196/21	%	< 0,1	+ 0,01	- trimestrale o 1000 t
SO3 (anidride solforica) - UNI ENV 196/2	%	< 3,0	+ 0,5	- trimestrale o 1000 t
Ossido di calcio libero - UNI EN 451/1	%	< 1,0	+ 0,1	- mensile
Stabilità volumetrica (se l'ossido di calcio libero è compreso tra 1 e 2,5%) Prova le Chatelier UNI ENV 196-3	mm	< 10	+ 1,0	- mensile o 200 t
Contenuto totale di alcali EN 196-21 come sodio equivalente	%	< 4	+ 1	- mensile
Ossido di magnesio secondo EN 196-2	%	<3	+1	- mensile
Fosfato solubile (P2O5)	mg/kg	<100		- mensile
Trattenuto al vaglio da 45 micron UNI EN 451/2	%	< 40	± 10	- mensile Settimanale
Massa Volumica Reale UNI	t/m^3	val. medio	± 150	- trimestrale o 1000 t

Se si utilizzano cementi di tipo I 42.5 e II A/L 42.5, la quantità di ceneri potrà essere elevata fino al 33% del peso del cemento e potrà essere computata nel dosaggio del cemento e del rapporto A/C sostituendo al termine: "rapporto acqua/cemento" il termine " rapporto acqua/(cemento + k x cenere)" e al termine "dosaggio minimo di cemento" il termine: "dosaggio minimo di cemento + k x cenere ".
K assume i valori seguenti:

- CEM I 42.5 N,R K = 0.4
- CEM II A/L 42.5 N,R K = 0.2

Il dosaggio minimo di cemento in funzione della classe di esposizione (si veda la Tabella 20 H) può essere diminuito della quantità massima di K x (dosaggio minimo di cemento -200) kg/m^3. Per gli altri tipi di cemento, il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. In questo caso l'aggiunta non sarà computata in alcun modo nel dosaggio di cemento e nel calcolo del rapporto A/C. Ove sia richiesto l'uso dei cementi resistenti ai solfati con basso tenore di C3A (alluminato tricalcico) l'aggiunta non è consentita. L'eventuale maggior richiesta d'acqua potrà essere compensata con un maggior dosaggio di additivo. Nella progettazione della miscela e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2% sul cemento. Qualora si debbano impiegare calcestruzzi aerati, si dovrà determinare mediante apposite prove l'eventuale maggior dosaggio di aerante necessario.

Silice ad alta superficie specifica (Fumo di silice)
Potranno essere impiegate aggiunte minerali in polvere costituite da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (fumo di silice), anche additivate con superfluidificanti di cui costituiscano un supporto. Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di cicli gelo-disgelo e di sali disgelanti. La quantità di fumo di silice aggiunta all'impasto, limitata all'intervallo 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita in sede di qualifica preliminare d'intesa con il La Direzione Lavori, in relazione alle caratteristiche del calcestruzzo richieste in fase progettuale. In via preliminare dovrà essere eseguita una verifica del campione mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl2 a 5 °C per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie. Le caratteristiche tecniche previste secondo la UNI EN 13263 dovranno essere quelle della Tabella 39 D.

Tabella 39 D Limiti di composizione per il fumo di silice

Parametri	Limiti
SiO2	>85%
CaO	<1,2%
SO3	<2,5%
Na2O + K2O	<4,0%
Cl-	<0,2%
Area specifica B.E.T.	20-35 m^2/g
Silicio elementare, Si	< 0,5 %

Al fine di ottenere una corretta progettazione della miscela del conglomerato cementizio ove è previsto l'impiego di fumo di silice, il quantitativo di questa in relazione alla distribuzione delle parti fini sarà considerato pari ad una stessa quantità

di cemento. Per la definizione del rapporto a/c in relazione alla durabilità, si potrà assumere k =1. Per l'ottenimento delle resistenze fino a 7 d l'apporto della silice non dovrà essere preso in considerazione.

Filler

Per migliorare la reologia delle miscele e ridurne il bleeding, è ammesso l'impiego di filler calcareo o di ceneri volanti. Questi materiali devono rispondere alle rispettive norme:

- UNI EN 450 per le ceneri volanti
- UNI 8520-2 per il filler.

Le caratteristiche del filler devono risultare conformi ai requisiti della Tabella 39 E

Tabella 39 E Caratteristiche e limiti ammissibili per i filler

Caratteristica	Limiti ammissibili	Metodo di prova
Granulometria	Devono essere rispettati i limiti del prospetto 7 della uni 12620	EN 933-10
Massa volumica dei granuli	La massa volumica deve essere espressa in termini di massa volumica dopo essiccazione in stufa e deve essere >2000	EN 1097-6
Contenuto di cloruri solubili in acqua	Il contenuto di cloruri deve essere minore dello 0, 03 per centro	EN 1744-1, punto 7
Contenuto di solfati solubili in acido	Contenuto di solfati solubili in acido < 0,8%	UNI EN 1744-1, punto 12
Contenuto di zolfo totale	contenuto di zolfo totale 1, 0%	UNI EN 1744-1, punto 11
Qualità dei fini per (Pulizia)	Il valore del blu di metilene MBf <12 g/kg	UNI EN 933-9, appendice A
Costituenti che alterano la presa e l'indurimento del calcestruzzo	Il contenuto di tali materiali deve soddisfare i requisiti del.6.4.1 della UNI EN 12620	UNI EN 1744-1, punto 15.1; 15.2; 15.3

2. Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione. Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura per la presenza di solfati, cloruri, anidride carbonica aggressiva. La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981-1, UNI 8981-2 (2007), UNI EN 206-1 e UNI 11104. La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista e con l'Appaltatore, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. La durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura. Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di

fessurazioni dei manufatti. In presenza di concentrazioni sensibili di solfati, di anidride carbonica aggressiva e altri aggressivi nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alla UNI EN 206-1, alle Norme UNI 8981 e UNI 11104, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156 e 9606; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 39 H. In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di permeabilità, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive. La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti riportati nella Tabella 39 F.

Tabella 39 F - Prova di resistenza al gelo. Variazioni ammesse

Riduzione del modulo d'elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0.2%

La prova di permeabilità all'acqua sarà eseguita secondo la Norma ISO 7031. Si richiede una penetrazione media non superiore a 50mm. La prova di permeabilità all'ossigeno sarà eseguita secondo UNI 11164. Per calcestruzzo impermeabile si richiede un coefficiente di permeabilità non superiore a 1.5 x 10-17m^2.

3. Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini del presente Capitolato Speciale di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella Tabella 20 G, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Ai fini dell'utilizzo della Tabella 39 G il progettista avrà provveduto ad assegnare a ciascun elemento strutturale l'opportuna classe di esposizione conformemente alle prescrizioni contenute nel prospetto 1 della UNI 11104 (allegato 20.1), tenendo anche in considerazione la tabella dell'allegato 20.2. (v. par. 9). Per tutte le strutture immerse o contro terra deve essere accertata la composizione dell'acqua e/o del terreno, allo scopo di assegnare la corretta classe di esposizione. Qualora per un determinato elemento strutturale sussista l'appartenenza a diverse classi di esposizione, si adotteranno i valori di rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento e resistenza a compressione che soddisfano i requisiti di tutte le classi individuate. Le prescrizioni della Tabella 39 G sono vincolanti, salvo il caso di ristrutturazioni per le quali il progettista potrà motivare la scelta di classi di resistenza diverse.

Tabella 39 G - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

Tipo di Cls	Classi di esposizione	Cementi Ammessi a)	Massimo Rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classi di resistenza minime R_{ck}	Consistenza al cono UNI EN 12350-2
I	XC4, XS1, XF1	CEM I CEM II CEM III CEM IV	0.50	340	40 MPa	S4, S5
II	XA2	CEM III CEM IV	0,50	340	40 MPa	
	XA3		0,45	360	45 MPa	
III	XF2	CEM III CEM IV Con aria aggiunta (vedi Tabella 20 B) ad esclusione del precompresso	0,50	340	30 MPa	
	XF4		0,45	360	35 MPa	
IV	XC3, XA1	CEM III CEM IV	0,55	320	35 MPa	
V	XC2	CEM III CEM IV	0.60	300	30 MPa	
	XA2		0,50	340	40 MPa	
	XA3		0,45	360	45	
VI	X0	Tutti			15 MPa	

4. Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso) e del presente Capitolato Speciale, per la scelta dei materiali e la definizione delle miscele dovrà fare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206-1);
- resistenza caratteristica a compressione R_{ck};
- durabilità delle opere (UNI 8981-1 e -2);
- lavorabilità (abbassamento al cono UNI EN 12350-2 o altre prove se previsto);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- tipi di additivi e di eventuali aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);

- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 5°C) o in clima caldo (al di sopra di 30°C);
- sviluppo di calore e innalzamento di temperatura nei getti;
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Appaltatore intenderà utilizzare.

Dossier di Prequalifica

L'Appaltatore dovrà prequalificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori un DOSSIER DI PREQUALIFICA contenente:

- lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- la caratterizzazione granulometrica degli aggregati e i dati di assorbimento delle varie dimensioni dell'aggregato;
- il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria aggiunta, il valore previsto della consistenza al cono (o altro metodo se richiesto), per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- le caratteristiche dell'impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- la documentazione che attesta una produzione con processo industrializzato del calcestruzzo;
- i risultati delle prove di prequalifica all'impianto;
- i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione);
- elaborati e relazioni di calcolo.

Qualifica all'impianto

La qualifica all'impianto ha lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. I laboratori, saranno sia un Laboratorio Ufficiale o autorizzato indicato dalla Direzione Lavori sia, in parallelo, il laboratorio di cantiere. Si dovranno effettuare, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

- il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni (R_m) , misurato su almeno 4 prelievi (ciascuno di due provini) deve essere:
  - per $R_{ck} < 30 N/mm^2$ $R_m > 1,25\ R_{ck}$
  - per $30 N/mm^2 < Rck < 40 N/mm^2$ $R_m > 1,20\ R_{ck}$
  - per $R_{ck} > 40 N/mm^2$ $R_m > 1,15\ R_{ck}$

  con valore minimo di ogni singolo provino $R_i > Rck$;

  dovrà anche essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni.

- il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata ± 20 mm. Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuatl dalla Direzione dei Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:
  - per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
  - per almeno 45 minuti per temperature fino a 30°C.

  deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:
  - una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30mm,
  - una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4mm dei due campioni non superiore al 4%,
- il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393, non deve differire di + 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;
- il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello 0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di ± 15% dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica. Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Autorizzazione ai getti

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato il DOSSIER DI PREQUALIFICA dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio avendo effettuato le prove di qualifica all'impianto di betonaggio, in contraddittorio con l'Appaltatore. L'approvazione delle proporzioni delle miscele da parte del Direttore dei Lavori non libera in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si rendesse necessaria una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta. Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso - prodotto da operatori esterni alla sua struttura, per il quale si richiama, oltre alle Linee Guida del Ministero dei Lavori Pubblici, la Norma UNI EN 206-1 - dovranno essere comunque:

- rispettate le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali,
- definite e qualificate le composizioni degli impasti,
- eseguite le prove di qualifica all'impianto,
- dovrà essere documentata la produzione con processo industrializzato.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1. In nessun caso verrà ammesso

l'impiego di "*conglomerato cementizio a composizione richiesta*" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza > 15MPa.

5. Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica e l'utilizzo delle miscele previste per le varie parti delle opere. L'Appaltatore dovrà disporre di almeno un Laboratorio (in cantiere, all'impianto di confezionamento o nelle immediate vicinanze) idoneo all'esecuzione di tutte le prove di qualifica e conformità del calcestruzzo fresco ed indurito e dei materiali costituenti, ad eccezione delle determinazioni chimiche e delle prove di permeabilità (profilo di penetrazione dell'acqua in pressione o coefficiente di diffusione). Presso il laboratorio responsabile delle prove di qualifica dovranno essere disponibili le seguenti apparecchiature:

- Forno per essiccare;
- Setacci;
- Bilancia di portata fino a 20kg e sensibilità 1gr;
- Termometro a immersione per calcestruzzo;
- Porosimetro;
- Picnometro;
- Contenitore tarato per prove di massa volumica su calcestruzzo;
- Cono o tavola a scosse;
- Casseforme di acciaio o PVC per il prelievo di almeno 32 cubetti;
- Impastatrice da laboratorio;
- Piastra o ago vibrante;
- Sclerometro;
- Termometro a max-min;
- Contenitore ermetico ed alcool per il controllo del calcestruzzo fresco;
- Camera termostatica con umidificatore a nebbia o vasca termostatica di stagionatura dei provini di calcestruzzo;
- Pressa da laboratorio con carico massimo pari ad almeno 2000kN;
- Attrezzatura per la registrazione delle temperature del calcestruzzo durante la presa e l'indurimento, dotata di almeno sei termocoppie;
- Carotatrice idonea al prelievo di carote con diametro fino a 120 mm;

<u>Resistenza dei conglomerati cementizi</u>

La resistenza cubica dei conglomerati cementizi verrà controllata mediante i controlli di accettazione, che dovranno essere effettuati, per ciascuna opera o parte di opera, su tutte le miscele qualificate impiegate. Il prelevamento dei campioni deve essere eseguito in modo tale che non sia possibile un cambiamento sostanziale delle proprietà significative e della composizione del calcestruzzo tra il momento del campionamento e quello della posa in opera. Con il calcestruzzo di ciascun prelievo verranno confezionate, secondo le UNI EN 12390-1 e -2, impiegando casseforme cubiche calibrate, almeno due coppie di provini per il cemento armato e almeno tre coppie di provini per il cemento armato precompresso. Il

Direttore dei Lavori o un tecnico di sua fiducia provvederanno ad identificare ciascun provino mediante scritte indelebili su fascette di plastica inserite nella superficie del provino fresco e non rimovibili. I provini verranno lasciati nelle casseforme, protetti con pellicola di politene e riposti in ambienti chiusi a temperatura tra 15 e 25 °C. Dopo 16 ore ma non più di 3 giorni verranno trasferiti in laboratorio, sformati e posti in cella di maturazione a temperatura di 20 ± 2°C e umidità relativa > 95% oppure in acqua a 20 ± 2 °C. Per il cemento armato la prima coppia verrà provata a 7 giorni e la seconda a 28 giorni. Per il cemento armato precompresso si eseguiranno le prove a 3, 7 e 28 giorni. Il valore medio delle resistenze di ciascuna coppia verrà designato "resistenza di prelievo". I valori delle resistenze di prelievo a 3 oppure a 3 e 7 giorni, verranno determinati presso il Laboratorio della Direzione dei Lavori e impiegati per confronto con i dati corrispondenti ottenuti in fase di qualifica all'impianto, per una contabilizzazione provvisoria in attesa dei dati a 28 giorni. Nel caso che la resistenza ricavata dalle prove a 3 o 7 giorni risultasse inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Appaltatore possa accampare per questo alcun diritto. Le resistenze di prelievo a 28 giorni verranno determinate dal Laboratorio Ufficiale secondo le UNI EN 12390-3 e 4, e verranno utilizzate per verifica della conformità della resistenza del calcestruzzo impiegato a quella di Progetto. La verifica verrà eseguita con il metodo statistico (tipo B) mentre solo per volumi di miscela omogenea minori di 1500 m^3 potrà essere utilizzato il metodo tipo A.

Controlli di accettazione con metodo Tipo A

Un controllo di accettazione di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300m^3 ed è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100m^3 di getto. Per ogni giorno di getto va eseguito almeno un prelievo. Dovrà risultare per ogni gruppo di tre prelievi:

$R_m > R_{ck} + 3.5$

$R_1 > R_{ck} - 3.5$

dove R_m è la resistenza media e R_1 la minima dei tre prelievi, mentre R_{ck} è la resistenza caratteristica di Progetto. Per quantità minori di 100m^3 di miscela omogenea, si può derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controlli di accettazione con metodo Tipo B

Il controllo di tipo B, riferito a una definita miscela omogenea, va eseguito con una frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo. Per ogni getto di miscela va eseguito almeno un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m^3. Devono essere verificate le disuguaglianze:

$R_1 > R_{ck} - 3.5$

$R_m > R_{ck} + 1.4\ s$

dove s è lo scarto quadratico medio. In entrambi i casi (controllo Tipo A o B), nulla sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza R_{ck} risulterà maggiore di quella indicata negli elaborati progettuali.

<u>Non conformità dei controlli di accettazione</u>

Se dalle prove eseguite presso il Laboratorio Ufficiale, risultassero nonconformità nei controlli di accettazione, la Direzione Lavori aprirà delle nonconformità che dovranno essere risolte, d'intesa con il Progettista, come stabilito nel seguito. Tutte le relative prove saranno a totale carico dell'Appaltatore. Verrà determinata la resistenza in sito del conglomerato, mediante carotaggio secondo UNI EN 12504, su carote del diametro di 10 cm o maggiore (almeno 3 volte il diametro massimo dell'aggregato); per ogni 100 m^3 di calcestruzzo non conforme si preleverà una serie di almeno 6 carote che verranno

conservate fino alla prova in ambiente interno asciutto (non in acqua). L'altezza delle carote sarà uguale al diametro (con tolleranza di ± 2 mm) e si scarteranno le carote contenenti barre di armatura, fratturate o con evidenti difetti. Le carote dovranno essere rettificate; non è ammessa cappatura con gesso. La planarità e parallelismo delle facce, conformi alla UNI EN citata, devono essere verificate con strumenti di appropriata sensibilità. Per carotaggio orizzontale il valore di resistenza verrà incrementato del 5%. Se il valore medio di una serie di determinazioni di resistenza in sito non è inferiore all'85% di R_m (valore medio della resistenza) richiesto in Progetto, il calcestruzzo è giudicato direttamente accettabile, se invece detto valore medio è inferiore all' 85% di R_m, il Progettista deve procedere al controllo della sicurezza della struttura in base alla resistenza in sito:

- se tale controllo è soddisfacente il calcestruzzo può essere accettato e non sono richieste ulteriori azioni, salvo l'applicazione di una penale proporzionale al 15 % (sul valore della lavorazione, per tutte le superfici ed i volumi per ogni 5MPa del valore medio in meno rispetto alla resistenza caratteristica. Il Direttore dei Lavori potrà adottare ulteriori provvedimenti a seguito di una valutazione dell'effetto della resistenza ridotta sulla durabilità, in base alle prescrizioni della UNI 11104.
- se le verifiche della sicurezza non sono soddisfacenti l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

6. Tecnologia esecutiva delle opere

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché della Legge 02/02/1974 n. 64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche) con relative istruzioni e successivi aggiornamenti e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare delle Norma UNI EN 206-1 e UNI EN 13670.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente approvati dalla Direzione Lavori in fase di qualifica delle miscele. Alla fine di ogni turno di lavoro l'Appaltatore dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso. La mancata consegna dei tabulati comporterà la non conformità del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa. È obbligatorio l'impiego di premescolatori fissi per i calcestruzzi aventi resistenza a compressione di 40MPa o maggiore o aventi rapporto a/c di 0,45 o minore e per i calcestruzzi aerati. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, delle aggiunte minerali e del cemento e a volume per gli additivi; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio saranno quelli della Norma UNI EN 206-1; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati in funzione del quale dovrà essere corretto il dosaggio d'acqua di impasto. Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale. Le bilance

per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I. silos del cemento e delle aggiunte minerali debbono garantire la tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.
II. tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Getti in clima freddo

Ai fini del getto del calcestruzzo, il clima si definisce " freddo " quando la temperatura dell'aria è minore di 5 °C. Per le considerazioni e prescrizioni seguenti si dovrebbe conoscere la massima caduta da un giorno all'altro della temperatura minima rilevata dagli osservatori meteorologici nei siti interessati nel periodo invernale In caso di clima freddo occorre:

- assicurare il calcestruzzo giovane contro il rischio del congelamento; ciò si ottiene mantenendo la temperatura al di sopra dei valori di sicurezza successivamente indicati in tabella 1;
- realizzare la protezione dei manufatti impedendo un rapido essiccamento, che ostacolerebbe l'idratazione del cemento alla superficie del calcestruzzo;
- favorire la maturazione e controllare lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo fino a raggiungere il livello necessario per la rimozione dei sostegni e delle casseforme.

Il periodo di tempo durante il quale si debbono mantenere in atto gli accorgimenti relativi ai tre punti precedenti viene designato "periodo di maturazione protetta".

Mantenimento della temperatura del calcestruzzo per evitare il congelamento

In clima freddo la temperatura del calcestruzzo nel tempo è funzione di diversi fattori, tra cui la temperatura iniziale all'atto dello scarico dalla betoniera, la temperatura dell'aria esterna, lo spessore del getto, l'eventuale impiego di sistemi protettivi; influiscono ovviamente anche il tipo di cemento, il dosaggio di cemento e il tipo di additivazione. Allo scopo di impedire il congelamento del calcestruzzo, che potrebbe danneggiare severamente il materiale, la temperatura minima del getto (indicata nella tabella 39.I in funzione dello spessore minimo del manufatto e della temperatura dell'aria) deve essere assicurata per il periodo necessario (periodo di maturazione protetta) affinché la resistenza del calcestruzzo raggiunga un valore di almeno 5MPa. A questa resistenza corrisponde la capacità del calcestruzzo di poter sopportare un ciclo di congelamento senza subire danni; successivamente, al termine della maturazione protetta, la cassaforma e l'eventuale coibentazione possono essere rimosse. Nella Tabella 20 H vengono altresì riportate le temperature minime del calcestruzzo raccomandate in centrale per durate del trasporto inferiori ai 30 minuti. Per trasporti di maggiore durata si può usare l'equazione seguente, che dà la perdita di temperatura AT durante il trasporto:

$$AT = 0.25 (Tr - Ta) . t$$

in cui Tr è la temperatura richiesta in centrale, Ta è la temperatura dell'aria e t la durata del trasporto in ore; AT è quindi il valore da aggiungere ai valori raccomandati in centrale. Nella stessa Tabella 39 H vengono altresì riportati i massimi valori

ammissibili di abbassamento della temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione ovvero dopo la rimozione dei sistemi coibenti per evitare shock termico.

Tabella 39 H - Temperature del calcestruzzo

Temperatura dell'aria	Minima dimensione della sezione, mm			
	300 (solette)	300-900 (muri)	900-1800	> 1800 (pile e plinti)
Minima temperatura ammessa del maturazione protetta, °C		calcestruzzo dopo il getto, fino		alla fine della
Da 5 a -15 °C	13	10	7	5
Minima temperatura richiesta del calcestruzzo alla centrale, per durata del trasporto < di 0.5 ore.				
> -1	16	13	10	7
Da -15 a -1	18	16	13	10
Massimo ammissibile abbassamento superficiale di temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione				
	25	22	17	11

Coibentazione

Per la durata della maturazione protetta, allo scopo di mantenere la temperatura del calcestruzzo nelle casseforme al di sopra dei limiti assegnati in tabella 20 I, si deve far uso di appositi sistemi di coibentazione fino a quando la resistenza a compressione del calcestruzzo abbia raggiunto 5MPa. La coibentazione dei manufatti deve essere realizzata con le modalità seguenti:

- per i getti con ampie superfici orizzontali (solette) si deve ricorrere a materassini isolanti di lana di vetro o di roccia da applicare subito dopo la rifinitura delle superfici;
- per i getti in cassero (plinti, pile e pulvini) si devono usare cassaforme coibentate.

In funzione del tipo di manufatto e della temperatura minima prevedibile, la Tabella 39 I indica la Resistenza termica minima (R = m^2.°C/W) della cassaforma coibentata o del materassino da utilizzare. Tabella 39 I - Resistenza termica (m^2.°C/W) della coibentazione per manufatti tipo;

Spessore minimo, mm	Temp. Minima prevista, °C	Solette	Pile, muri	Pulvini
< 300	Fino a -5	0.8		
	Fino a -15	1.41		
500-1200	Fino a -5		0.5	
	Fino a -15		0.7	
> 1800	Fino a -15			.35

Protezione

Dopo la posa in opera e lo scassero le parti esposte all'aria dei manufatti andranno protette contro l'essiccamento prematuro, come specificato al punto 0

Requisito di resistenza

Qualora esista un requisito di resistenza minima all'atto dello scassero o della rimozione dei sostegni, si dovrà utilizzare il metodo della determinazione della maturità del calcestruzzo mediante sonde termometriche a registrazione inserite nel calcestruzzo e curve di taratura maturità/resistenza. A tale scopo si dovrà fare riferimento alla Norma ASTM C 1074 per la procedura appropriata.

Ulteriori precauzioni

Qualora all'interno dei manufatti siano contenuti oggetti metallici di dimensioni notevoli (ed eventualmente anche di calcestruzzo indurito) dovranno essere prese delle precauzioni per evitare che a bassa temperatura questi oggetti possano raffreddare il calcestruzzo adiacente. Le casseforme dovranno essere prive di neve e ghiaccio e la loro temperatura non dovrà causare il congelamento del calcestruzzo al contatto.

Misure di temperatura

All'interno dei manufatti indicati dalla Direzione dei Lavori debbono essere disposte termocoppie allo scopo di verificare, ogni 2 ore, la temperatura del calcestruzzo. Sono da preferire sistemi automatici muniti di data-logger. La posizione delle termocoppie dovrà trovarsi nei punti più critici, in particolare in corrispondenza di vertici e spigoli.

Getti clima caldo

Durante la stagione calda, se la prevedibile temperatura ambiente supera i 30 °C, dovranno essere adottate opportune precauzioni, per evitare:

- gli effetti di una più rapida perdita della lavorabilità del conglomerato,
- i rischi della fessurazione da ritiro plastico, disidratazione rapida della superficie libera dei manufatti dopo la presa,
- eccessivi aumenti della temperatura all'interno dei manufatti, specialmente se la classe di resistenza è elevata e lo spessore minimo supera 0,5 m (si veda anche paragrafo sui getti massicci).

A tale scopo verranno utilizzate miscele qualificate in condizioni analoghe a quelle previste, con l'opportuna additivazione; le superfici esposte all'ambiente dovranno essere opportunamente protette. La temperatura del calcestruzzo fresco non dovrà essere superiore a 25 °C: a tale scopo si dovranno adottare opportuni accorgimenti, quali il raffreddamento dell'acqua se sufficiente e degli aggregati se necessario. È ammesso il raffreddamento degli aggregati mediante innaffiamento con acqua fredda; in questo caso il sistema per la misura del contenuto d'acqua dell'aggregato dell'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere verificato quotidianamente mediante la misura del rapporto acqua/cemento secondo UNI 6393. La Direzione Lavori procederà a misure della temperatura del calcestruzzo fresco che verrà rifiutato qualora questa risulti superiore al limite suddetto.

Getti massicci

Qualora debbano realizzarsi getti massicci (dimensione minima pari ad 1,5 metri o maggiore) dovranno essere attuati gli opportuni accorgimenti per evitare fessure dovute al raggiungimento di temperature e gradienti eccessivi all'interno dei manufatti, dovuti a loro volta allo sviluppo del calore di idratazione del cemento. In particolare non dovrà essere superata all'interno dei getti la temperatura di 65°C e la massima differenza di temperatura nella sezione del manufatto dopo la rimozione delle casseforme non dovrà essere superiore a 20 °C. Dovranno pertanto evitarsi metodi di stagionatura che

favoriscono un rapido raffreddamento della superficie esterna dei manufatti; al contrario sarà utile il mantenimento prolungato dei casseri (se isolanti). L'Appaltatore dovrà assicurarsi che con la miscela di calcestruzzo prevista la quantità di calore sviluppato non risulti eccessiva e la temperatura iniziale del calcestruzzo sia sufficientemente bassa per rispettare le prescrizioni precedenti. Qualora necessario dovranno essere raffreddati con mezzi adeguati i componenti della miscela, calcolando preventivamente l'effetto sulla temperatura del calcestruzzo fresco. È consentito il raffreddamento della miscela mediante uso di ghiaccio, purché il Direttore dei Lavori possa verificare il controllo e la costanza del rapporto acqua/cemento e si assicuri l'assenza di pezzi di ghiaccio alla fine della vibrazione. Eventualmente si dovrà ricorrere al raffreddamento del manufatto mediante circolazione di acqua in appositi tubi metallici preinseriti a perdere nel getto. L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori un bilancio termico e le precauzioni adottate, che dimostrino l'assenza di condizioni che possano portare alla fessurazione.

Getti di lunghezza elevata

Getti di lunghezza elevata come elementi di rivestimento delle gallerie, muri di sostegno, cunette e simili, in particolar modo se il loro spessore supera i 50 cm, sono soggetti a fenomeni fessurativi con la formazione di cavillature o fessure parallele al lato corto con spaziatura mediamente di quattro metri o più. La fessurazione a breve termine (uno o pochi giorni) è dovuta principalmente al ritiro termico; successivamente si verifica un contributo da parte del ritiro igrometrico. I fenomeni suddetti si possono controllare minimizzando lo sviluppo di calore di idratazione del calcestruzzo, riducendone la temperatura iniziale e mantenendo a lungo le casseforme (se coibenti); tuttavia il progettista dovrà prevedere un congruo numero di giunti di contrazione allo scopo di evitare la formazione di fessure casuali. La riduzione della quantità di calore sviluppato si ottiene scegliendo un cemento a basso calore di idratazione (CEM III o CEM IV), ottimizzando la riduzione d'acqua mediante additivi, adottando elevati valori di D_{max}. La riduzione della temperatura massima si può ottenere sia riducendo il calore di idratazione totale, sia riducendo la temperatura del calcestruzzo fresco (uso di acqua fredda o ghiaccio). Allorché per le necessità operative i casseri devono essere rimossi in tempi brevi (1 o 2 giorni), si può prendere in considerazione l'impiego di falsi casseri coibentati che devono rimpiazzare in tempi molto brevi (poche ore) i casseri veri. Anche per manufatti di questo tipo l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori un bilancio termico che dimostri l'assenza di condizioni che possono portare alla fessurazione.

Trasporto e consegna

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. Il DdT (Documento di Trasporto) di ciascuna consegna di calcestruzzo dovrà riportare la designazione di qualifica della miscela, la sua ricetta, la registrazione delle pesate e i valori di umidità dell'aggregato. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. La miscela qualificata di calcestruzzo dovrà avere un mantenimento della lavorabilità idoneo per la durata massima prevista del trasporto, anche in funzione delle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti; i quantitativi rifiutati, non potranno essere oggetto di

successive "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Appaltatore. In particolare, se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna. Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 20.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio. In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding secondo UNI 7122). La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nel mix-design di prequalifica. Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 2 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3. La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di aggregato grosso nei due campioni non dovrà differire più del 6%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm. La prova del contenuto d'aria secondo la Norma UNI EN 12350-7 è richiesta per tutti i calcestruzzi aerati e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera. Quando il contenuto percentuale d'aria aggiunta non sarà quello preliminarmente stabilito (si veda il punto 20.1.2.2), l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere. Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo. Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393, almeno una volta per ogni giorno di getto. In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati. Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

Casseforme e posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche. La temperatura del

conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 e 25°C, salvo diverse prescrizioni del progettista. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di Progetto e delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di Progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti. L'Appaltatore dovrà progettare le cassaforme e le relative strutture di contrasto, (in particolare per manufatti di altezza rilevante gettati velocemente e con conglomerato di consistenza S5 o SCC), in modo tale da evitare rischi connessi alla pressione del calcestruzzo fresco. Si dovrà fare riferimento al Progetto di Norma SS UNI U50.00.206.0 o successivi aggiornamenti. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate. Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Si dovranno rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore notturne. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 1,5 cm sotto la superficie finita e le cavità risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo. Dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri saranno fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo

di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà scendere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso, mediante rastrelli o stagge, in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. Nel caso di getti di notevole estensione i punti di getto non dovranno distare più di cinque metri uno dall'altro (salvo l'impiego di calcestruzzo autocompattante). È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Compattazione

Dopo la posa in opera tutto il calcestruzzo dovrà essere compattato mediante vibrazione allo scopo di minimizzare il contenuto d'aria intrappolata (non aria aggiunta) fino al contenuto fisiologico in relazione al diametro massimo (si veda la Tabella 39.J). Si impiegheranno vibratori interni di ampiezza e frequenza adeguata per il calcestruzzo in lavorazione. I vibratori si dovranno inserire verticalmente ed estrarre lentamente dal conglomerato. È vietato l'impiego dei vibratori per distribuire l'eventuale calcestruzzo a bassa consistenza scaricato sulle casseforme. Durante l'uso, si dovrà inserire ed estrarre lentamente il vibratore nel calcestruzzo fresco allo scopo di evitare difetti localizzati. La Direzione Lavori potrà disporre la verifica dell'efficacia della compattazione sia mediante prelievo di calcestruzzo fresco dopo la posa in opera e vibrazione e misura del contenuto d'aria secondo UNI EN 12350-7 sia sul conglomerato indurito, ad esempio mediante confronto con le foto della BS 1881 o mediante la determinazione della massa volumica delle carote. Qualora il contenuto di aria risultasse eccessivo, la Direzione Lavori potrà ricorrere a misure adeguate, fino alla sospensione dei lavori.

Tabella 39.J

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Tenore limite dell'aria inglobata (%)
12	2.5
20	2
25	1.5
31.5	1.5

Informazioni estese per la compattazione del calcestruzzo sono contenute nella ACI 309 "*Guide for Consolidation of Concrete*" dell'American Concrete Institute.

Riprese di getto

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di Progetto. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Appaltatore non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente. In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo

ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco subito prima della sospensione del getto; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà (entro 24 ore) all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio; la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata. Se l'interruzione dei getti si protrae per tempi non superiori a 20 ore, è ammessa la realizzazione di manufatti monolitici mediante posa in opera di un ultimo strato contenente additivo ritardante, dosato in modo tale da prolungare la presa per il periodo necessario. Su questo, ancora capace di accogliere un vibratore, potrà essere gettato lo strato successivo e i due strati potranno essere vibrati simultaneamente. Impiegando questa tecnologia, si dovrà impedire l'essiccamento del calcestruzzo dello strato di attesa, mediante coperture impermeabili o teli mantenuti bagnati. L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la miscela ritardata, eseguendo anche prove di presa in calcestruzzo secondo UNI 7123. Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi. Si farà uso a tale scopo di tubo getto, adottando gli accorgimenti necessari affinché venga realizzata una separazione all'interno del tubo tra l'acqua e il calcestruzzo in fase di getto iniziale. A regime il tubo getto dovrà essere pieno di calcestruzzo ed inserito per almeno 50 cm nel calcestruzzo già gettato. La Direzione Lavori dovrà vietare che il tubo getto venga sollevato ed abbassato per facilitare il flusso del conglomerato

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi (favorito da tempo secco e ventilato) e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo immediatamente dopo il getto, sia mediante continua bagnatura con acqua nebulizzata, evitando ruscellamento d'acqua, sia con applicazione di teli di tessuto da mantenere bagnati, sia infine con teli di plastica. I prodotti antievaporanti (curing), dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656. ed il loro dosaggio essere approvati dalla Direzione Lavori. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i provvedimenti di cui sopra. È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5*1,5 kg/m^3. Qualora sulla superficie di manufatti, in particolare delle solette di impalcato si rilevi la formazione diffusa di cavillature (apertura minore di 0,3 mm) in misura giudicata eccessiva dalla Direzione Lavori, sarà a carico dell'Appaltatore l'applicazione sull'intera superficie di manufatti una rasatura (spessore di 1-2 mm) di prodotto impermeabile polimero cementizio. Nel caso che sui manufatti si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, in misura complessivamente minore di un metro lineare per 250 m^2, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sigillatura mediante iniezione

di dette fessure con resina epossidica extra fluida. Se il fenomeno fessurativo risultasse ancora più intenso, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere. La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nella UNI EN 13670-1 (Tabella 39 L).

Protezione dopo la scasseratura

Al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, per effetto del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere alla stagionatura protetta. Per la stagionatura e la protezione sono utilizzabili, separatamente o in sequenza, i metodi seguenti:

- mantenere nella sua posizione la cassaforma;
- coprire la superficie del calcestruzzo con membrane impermeabili assicurate agli spigoli e ai giunti, per prevenire la formazione di correnti d'aria;
- porre teli bagnati sulla superficie e assicurarsi che restino bagnati;
- mantenere bagnata la superficie del calcestruzzo mediante irrigazione con acqua;
- applicazione di un idoneo prodotto stagionante.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della UNI EN 13670-1. La Tabella 39.K fornisce la durata richiesta della stagionatura.

Tabella 39.K - Periodo minimo di protezione in funzione della temperatura superficiale del calcestruzzo e della velocità di sviluppo della resistenza (da UNI EN 13670.1)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Minimo periodo di stagionatura, giorni 1, 2)			
	Sviluppo di resistenza del calcestruzzo 4) (Rc medio 2 d / Rc medio 28 d) =r			
	rapido r > 0.50	medio r > 0.30	lento r > 0.15	molto lento r < 0.15
t < 25	1.0	1.5	2.0	3.0
25> t>15	1.0	2.0	3.0	5
15 > t > 10	2.0	4.0	7	10
10 > t > 5 3)	3.0	6.0	10	15

1) più l'eventuale tempo di presa eccedente le 5 ore
2) è ammessa l'interpolazione lineare tra i valori delle righe
3) Per temperature sotto 5°C, la durata deve essere aumentata per un tempo uguale al periodo sotto 5°C
4) Lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza media a 2 giorni e la resistenza media a 28 giorni, determinato dalle prove di prequalifica.

Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 30°C; dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 40°C;
- la velocità di riscaldamento non deve superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 60°C (i valori singoli devono essere minori di 65°C);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con una velocità di raffreddamento non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione facendo uso di teli protettivi o applicando antievaporanti.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori. Quando previsto in Progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento. Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Appaltatore per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

Predisposizione delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. Al fondo delle cassaforme si useranno elementi prefabbricati in fibrocemento di sezione quadrata o triangolare, scegliendo prodotti di resistenza prossima a quella del conglomerato. Lungo le pareti verticali si dovranno impiegare distanziatori ad anello in materiale plastico. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione Lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto. Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto delle indicazioni contenute negli Eurocodici. Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura. L'Appaltatore, con riferimento alla UNI EN 13670.1, dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti

necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di Progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. È a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

Armatura di precompressione

L'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico del presente Capitolato Speciale.

7. Elementi prefabbricati

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati richiede la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori che potrà essere rilasciata solo dopo aver esaminato la documentazione prevista dall'art. 9 della Legge 1086 (predisposta dall'Appaltatore) e verificato la previsione d'utilizzo del manufatto prefabbricato e del suo organico inserimento nel Progetto.

Prefabbricati prodotti in stabilimento

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato, avvalendosi di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate. In particolare deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito. Il produttore dovrà operare predisponendo un sistema di gestione della qualità del prodotto secondo le norme UNI 9001, certificato da parte di un organismo terzo indipendente. È ammesso l'impiego di prefabbricati realizzati con calcestruzzo fibrorinforzato. Il produttore dovrà sottoporre all'approvazione del direttore dei lavori un dossier di qualifica in cui venga descritto il processo produttivo e dettagliate le caratteristiche del calcestruzzo e dei materiali impiegati. Dovrà inoltre consegnare una campionatura che costituirà il riferimento per la qualità della facciavista dei manufatti. Il Direttore dei Lavori dovrà provvedere, con la frequenza che riterrà opportuna, ad eseguire controlli sui prodotti consegnati, in particolare in merito alla documentazione di stabilimento e al rispetto del copriferro e della facciavista. Sarà facoltà del Direttore dei lavori provvedere direttamente all'esecuzione di controlli sulla resistenza del calcestruzzo usato in produzione, con le stesse modalità previste per i controlli di accettazione. Inoltre potranno essere eseguite a campione prove di resistenza del calcestruzzo nel manufatto, mediante carotaggio, come previsto al punto 0.

Produzione di prefabbricati a piè d'opera

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato, avvalendosi di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate. In particolare deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito. Il produttore dovrà operare predisponendo un sistema di gestione della qualità del prodotto secondo le norme UNI 9001, certificato da parte di un organismo terzo indipendente. Il Direttore dei lavori dovrà verificare l'applicazione delle prescrizioni precedenti. Dovrà essere controllata la conformità delle casseforme alle specifiche di Progetto ed alle relative tolleranze. Si dovranno effettuare controlli nella conformità alle specifiche di Progetto relativamente a:

- tipo tracciato e sezione di ogni cavo,
- dispositivi speciali come: ancoraggi, manicotti di ripresa e altri,
- posizione numero dei tubi di sfiato per le guaine,
- identificazione e certificazione del lotto e provenienza dei cavi.

La messa in tensione delle armature dovrà avvenire mediante apparecchiature qualificate, seguendo una procedura approvata dalla Direzione dei Lavori. Si dovranno registrare i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ogni cavo.

8. Classi di esposizione secondo la UNI 11104

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi Informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
XO	Per calcestruzzo privo di armatura o Inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'Interno di edifici. Calcestruzzo non armato Immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione Indotta da carbonatazione Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma In molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere II caso se c'è una barriera fra II calcestruzzo e II suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinarlo o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o Immerse In acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente Immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinarlo o precompresso In esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidita da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani, Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente Immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 Corrosione Indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti'''		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua In presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali In edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti al fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi Informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
6 Attacco chimico'''		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque Industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.

■) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:

- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione:
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. '*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

9. Allegato20.2 - Guida alla scelta delle classi di esposizione per manufatti stradali

		CLASSE DI ESPOSIZIONE			
IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	NOTE	DENOMINAZIO NE	DESCRIZIONE AMBIENTE	ESEMPI DI SITUAZIONI	CLASSE DI RESISTENZA
Impalcati e pulvini di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo.	35 Mpa con aerante
Pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante
Barriere e parapetti	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante

Muri di sostegno, sottoscarpa e controripa	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni agressivi	40 Mpa
	Strutture costiere	XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante
Tombini scatolari	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo	40 Mpa
Cunette, cordoli, pavimentazioni	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo. Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo.	35 Mpa con aerante
Imbocchi di gallerie naturali e artificiali (primi 50 ml dall'imbocco)	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni agressivi	40 Mpa
	q. s.l.m. < 400 ml senza cicli gelo/disgelo	XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	40 Mpa
	q. s.l.m. > 400 ml o in presenza di cicli gelo/disgelo	XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte a gelo e nebbia di agenti antigelo	30 Mpa con aerante

Rivestimenti di gallerie naturali e artificiali (con guaina) esclusi i 50 ml dagli imbocchi	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente umido	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	35 Mpa
CP e rivestimenti di gallerie naturali e artificiali (senza	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa

guaina) esclusi i 50 ml dagli imbocchi					
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa
Arco rovescio di gallerie	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa
	Ambiente umido	XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	35 Mpa
Fondazioni armate e non armate (plinti, pali, diaframmi, ..)	Ambiente bagnato	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni	30 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	-	35 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	-	40 Mpa
	Ambiente aggressivo	XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	-	45 Mpa
Magroni di pulizia, riempimento, livellamento	-	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa	15 Mpa

Art. 28 Acciaio per c.a.

1. Generalità

Gli acciai per armature di c.a. devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. vigente (NTC-2018 norma emanata in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n.1086) ed alle indicazioni delle norme armonizzate EN 10080 secondo quanto previsto dal D.M. 15/05/06 per i materiali da costruzione. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

E' ammesso esclusivamente l'utilizzo di acciai qualificati e dotati di marcatura CE ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE; inoltre ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

L'unità di collaudo per acciai per c.a. e c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). Ogni fornitura di peso inferiore a 30 t deve essere considerata un'unità di collaudo indipendente così come ogni fornitura di prodotti aventi caratteristiche differenti o realizzati con processi produttivi differenti anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico Centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.

2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato - Fe B450C e B450A (ex Fe B44K)

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (NTC-2018) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o $f_{0.2k}$ (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di **k = (f_t/f_{yk})**		≥ 1.15 < 1.35	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%)		≥ 7.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente.

Per quanto concerne l'accertamento delle caratteristiche meccaniche i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente relativa ai valori di accettazione.

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} o $f_{0.2k}$ (MPa)		≥450	5.0
Tensione caratteristica di rottura F_{tk} (MPa)		≥540	5.0
Valore minimo di **k = (f_t/f_{yk}) (*)**		> 1.05	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, ε_{uk} (%) **(*)**		≥ 2.5	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) ≤ 8 > 8	±6.0 ±4.5	5.0

Caratteristiche	Valore limite	Note
fy minimo	425 N/mm^2	(450-25) N/mm^2
fy massimo	572 N/mm^2	[450x(1.25+0.02)] N/mm^2
Ag minmo	> 6.0%	Per acciai B450C
Ag minmo	> 2.0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	1.13<fr/fy<1.37	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	fr/fy>1.03	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Controlli

I controlli sulle barre di acciaio ad aderenza migliorata(B450C e B450A), devono essere eseguiti secondo le indicazioni del D.M. in vigore. Resta nella discrezionalità del Direzione Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

Connessioni tra le barre

Le connessioni fra le barre di armatura dovranno essere realizzate con le seguenti modalità:

- Legatura con filo di ferro ricotto;
- Saldature eseguite in conformità alle norme vigenti sulle saldature e previa verifica della compatibilità del metallo di apporto;
- Manicotti filettati (dovranno in ogni caso essere utilizzati prodotti omologati).

3. Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto al par. 24.2 di diametro compreso fra 6 e 16 mm per quelle costitiute con acciao B450C e, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per quelle costitiute con acciao B450A. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).. I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati con le medesime procedure di cui al punto 2.

Art. 29 Acciaio per carpenteria

1. Generalità

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza della legge 05.11.71 n.1086, della legge 02.02.74 n.64 e delle prescrizioni cui al paragrafo 11.3.4 "Acciai per costruzioni metalliche e per strutture composte" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08 che si intende qui integralmente richiamato.
Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiama qui espressamente anche la seguente Norma UNI 10011 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

2. Classificazione dei tipi di acciaio secondo EN10025

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S — simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355 — indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori < 16mm, espresso in N/mm^2;
- J0, J2, K2 — designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W — indicazione di acciaio CORTEN;
- +N, +AR — stato di fornitura a discrezione del produttore.

3. Approvvigionamento materiali da costruzione.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n.246/93. Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalle norma EN 10025 (é ammesso l'uso di acciai CORTEN). La marcatura dovrà risultare leggibile ed il

produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto é qualificato. L'Appaltatore dovrà esibire gli ordini effettuati per i materiali da impiegare contenenti le specifiche tecniche richieste a Progetto, i controlli e le certificazioni cui i materiali stessi dovranno essere sottoposti. In particolare, se non diversamente indicato a Progetto, le lamiere dovranno essere approvvigionate con tolleranza sullo spessore classe A UNI EN 10029. Insieme con gli ordini emessi l'Appaltatore dovrà esibire le relative conferme d'ordine da parte del produttore, con esplicita accettazione delle specifiche tecniche richieste e indicazione dei tempi di consegna. Qualora l'Appaltatore impieghi materiale giacente a magazzino ne dovrà fornire la documentazione d'origine del Produttore.

Disegni di fabbricazione

Prima dell'approvvigionamento dei materiali l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni di fabbricazione controfirmati, redatti dall'Appaltatore in conformità al Progetto esecutivo ed alle specifiche tecnologie utilizzate dall'officina e contenenti tutti i dettagli costruttivi che saranno realizzati. L'Appaltatore dovrà inoltre consegnare una relazione di calcolo contenente la verifica dell'idoneità degli eventuali dettagli modificati proposti, le modalità di montaggio e varo con indicazione di schemi statici transitori e con le verifiche complete della struttura durante le operazioni di montaggio. I disegni di fabbricazione consegnati dall'Appaltatore dovranno in particolare contenere le seguenti indicazioni:

- diametri e classi dei bulloni impiegati; di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm. E' ammesso solo l'uso di bulloni neri; i bulloni zincati sono ammessi solo per esplicita accettazione del progettista ed in ogni caso devono essere ordinati specificatamente per zincatura (ossia il bullone deve essere costruito per la zincatura a caldo);
- tipologia del collegamento se ad attrito o a taglio; in particolare per i giunti ad attrito saranno impiegati bulloni precaricati a serraggio controllato; è ammesso l'uso di bulloni HRC a serraggio controllato meccanicamente (con rottura del codolo) secondo quanto previsto dalle norme armonizzate EN 14399-10 e, per quanto non in contrasto con la suddetta norma, le norme NF E 25-812
- diametri dei fori in funzione dei bulloni e della tipologia di collegamento;
- coppie di serraggio;
- elementi di posizionamento dei pioli di collegamento travi/soletta, con particolare attenzione ad evitare possibili interferenze con i tralicci delle coppelle, soprattutto per gli impalcati in curva. E' ammesso solo l'utilizzo di pioli elettrosaldati tipo Nelson secondo norme UNI EN ISO 13918 in acciaio ex ST 37-3K (S235J2G3+C450) con caratteristiche meccaniche a rottura, snervamento e duttilità non inferiori a
  - f_y > 350MPa
  - f_u > 450MPa
  - Allungamento > 15%
  - Strizione >50%
- principi di esecuzione delle coppelle e distribuzione dei relativi tralicci di armatura dettagli delle saldature con indicazione delle dimensioni, nel caso dei cordoni d'angolo e di parziali penetrazioni;
- indicazione dei giunti d'officina e dei giunti in opera;
- controfrecce d'officina;
- schemi e fasi di montaggio con indicazione completa delle eventuali opere provvisionali necessarie.

In particolare, per quanto riguarda le saldature, i disegni di fabbricazione dovranno riportare tutti i parametri tecnologici significativi, ovvero:

- procedimenti di saldatura;
- preparazioni dei lembi;
- materiali d'apporto;
- quaderno di saldatura, in accordo a NTC-2018, contenente come minimo:
  - specifiche di procedimento di saldatura (WPS) e relative qualifiche (WPAR);
  - qualifica dei saldatori e operatori di saldatura
  - specifiche tecniche di fabbricazione, controllo e collaudo.

I disegni di fabbricazione dovranno essere corredati di distinta materiali contenente, numero, qualità, dimensioni, provenienza e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. Dovranno inoltre far riferimento a disegni di montaggio che indichino la collocazione del singolo elemento e che consentano alla Direzione Lavori il controllo di rispondenza rispetto al Progetto esecutivo. Il Progetto così completato sarà sottoposto da parte dell'Appaltatore all'approvazione dell'I.I.S. o di altro Ente terzo consulente di fiducia della Direzione Lavori e da questa espressamente autorizzato. In particolare, la Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità alla UNI EN ISO 3834 e a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (di cui al D.M. in vigore) e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza e/o del Collaudatore. Si suggerisce che il tipo e l'estensione dei controlli richiesti dalla Direzione Lavori siano i seguenti:

- controllo visivo secondo EN 970 al 100% di tutte le saldature;
- controllo magnetoscopico secondo EN ISO 17638 al 20% di tutte le saldature (le zone del controllo saranno scelte in base all'esito dell'esame visivo);
- controllo ultrasonoro al 100% secondo EN 1714 dei giunti a piena penetrazione trasversali e dei giunti tecnici;
- controllo ultrasonoro al 50% secondo EN 1714 dei restanti giunti a piena penetrazione.

Tali controlli non distruttivi saranno eseguiti dall'Istituto Italiano della Saldatura (o da altro Ente terzo consulente di fiducia) su incarico diretto della Direzione Lavori, e non sollevano il Centro di Trasformazione dall'obbligo di eseguire i controlli non distruttivi previsti all'interno del Sistema Qualità UNI EN ISO 9001 / UNI EN ISO 3834. Il tipo e l'estensione dei controlli a cura del Centro di Trasformazione saranno stabiliti dalla Direzione Lavori per ciascuna opera e dovranno essere indicati nel piano di fabbricazione e controllo emesso dal Costruttore per approvazione. Dovrà essere indicato altresì un criterio di estensione dei controlli in caso di difetti. Gli ordini per gli approvvigionamenti dei materiali dovranno essere emessi dopo l'approvazione da parte della Direzione Lavori dei disegni di fabbricazione presentati dall'Appaltatore.

4. Lavorazioni di officina

Una volta emesso l'ordine di approvvigionamento del materiale, le lavorazioni di officina, intese come prefabbricazione delle carpenterie metalliche, verranno comunque precedute da due ulteriori fasi di controllo, una documentale ed una di collaudo dei materiali.

<u>Presentazione documentazione tecnica</u>

Prima di dar corso alle lavorazioni l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- piano di fabbricazione e controlli, che riassumerà tecnologie, metodologie e sistemi di controllo utilizzati dall'officina per garantire la qualità attesa;
- piano di utilizzo e rintracciabilità dei materiali approvvigionati, con riferimento a:
  - posizioni e marche di officina;
  - marcatura di qualificazione del prodotto cui al paragrafo 11.3.1 "Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio" delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08;
  - estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Collaudo tecnologico di stabilimento.

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati prima dell'inizio delle rispettive lavorazioni, con riferimento al piano di fabbricazione. Particolare attenzione verrà posta nei controlli di assenza di sfogliature ed inclusioni con riferimento a dettagli costruttivi che contemplino azioni ortogonali al piano di laminazione. È fatto obbligo all'Appaltatore di avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali che saranno impiegati nella costruzione e di concordare con la Direzione Lavori la data di ciascuna operazione di collaudo. Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086. L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UN EN ISO377, UNI 552, UNI EN 1002-1, UNI EN 10045-1. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di Progetto. Si precisa che tutti gli acciai dei gradi JR, JO, J2, K2 da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore. Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia sarà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

Prefabbricazione

Le lavorazioni di officina saranno effettuate secondo quanto previsto nell'apposito Piano di fabbricazione. Per quanto riguarda le tolleranze esecutive si fa riferimento alla norma UNI EN 1090, parti 1 e 2, se non diversamente indicato a Progetto. Eventuali deroghe adeguatamente motivate, dovranno essere esplicitamente approvate dalla Direzione Lavori. Deroghe non esplicitamente autorizzate, ancorché contenute nel piano di fabbricazione, non saranno accettate. Per ciascuna opera singola o per prototipi di ciascuna serie di opere é prescritto il premontaggio in officina. Eventuali deroghe dovranno essere esplicitamente autorizzate dalla Direzione Lavori. Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di Progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione;
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), secondo le indicazioni della UNI EN 1090-2, purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti. I trattamenti termici non sono ammessi, in generale, per acciai termo meccanici;

- la saldatura in zone formate a freddo deve rispettare quanto indicato in UNI EN 1993-1-8;
- é ammesso il taglio a ossigeno purché regolare;
- i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- i fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- l'uso di punzonatrici deve essere esplicitamente ammesso a Progetto. Né è consentito l'uso in forature ridotte di almeno 2 mm e successivamente alesate a diametro definitivo;
- i bulloni ad alta resistenza, nel caso di collegamenti a taglio, non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.

Non sono ammesse unioni a taglio per gli elementi soggetti a vibrazioni e/o inversione di sforzo. Per gli elementi di controvento e di diaframma soggetti ad inversione di carico i collegamenti bullonati dovranno comunque essere verificati ad attrito, almeno per la quota parte di carico alternato dovuta alle azioni variabili da traffico. Nelle unioni ad attrito le superfici dovranno presentarsi pulite, prive cioè di olio, grasso, calamina, vernice.
Per coefficienti di attrito superiori a 0.3 si dovranno presentare adeguati test a comprova del coefficiente proposto, ed in ogni caso per superfici verniciate. Al riguardo si fa riferimento ai codici UNI EN 1993-1-1, UNI EN 1993-1-8, UNI EN 1090-1.

5. Verniciature

Generalità

Ai sensi di quanto riportato al capitolo 10 delle norme UNI EN 1090-1, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione; la realizzazione della protezione potrà avvenire mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne (da prevedersi solo nel caso di cassoni chiusi). Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura. Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.
Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.
Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.
Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.
Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.
Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione. Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- In officina, a lavorazioni ultimate:

- Sabbiatura di tutte le superfici;
- Applicazione a pennello su tutte le zone che presentano tagli e saldature;
- Applicazione di uno strato di 150u ad airless di vernice ferromicacea alluminio "*Surface Tollerant*".

- In opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
  - Spazzolatura delle zone da ritoccare;
  - Ritocchi con il primo strato del ciclo, spessore equivalente;
  - Applicazione strato di finitura.

È consentito per le zone di giunti bullonati ad attrito la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto a Progetto e che dovrà essere adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.
Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto. Si provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.
Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova. L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.
La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia. Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligato ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.
Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera. L'Appaltatore é tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici. Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 214 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (*Steel Structures Painting Council*); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm. A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla spazzolatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo. Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer. La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (*Steel Structures Painting Council*). Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri. Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da due strati, rispettivamente di primer e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

Ciclo per superfici esterne

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- sabbiatura grado SA 21;
- applicazione a pennello di una mano di vernice del primo strato del ciclo su saldature, tagli e spigoli;
- applicazione mediante airless di uno strato di 150u di vernice bicomponente alluminio "*Surface Tollerant*";
- Contenuto solido > 80%;
- temperatura minima di applicazione -5°;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
-5°	60 h
0°	36 h
10°	22 h
15°	16 h
25°	9 h
40°	6 h

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- spazzolatura delle superfici da ritoccare al grado ST 3, incluse saldature eventualmente eseguite in opera;
- applicazione a pennello di uno strato della vernice di primo strato ai danneggiamenti preparati ed applicazione ad airless fino al raggiungimento dei 150u richiesti.
- applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 57%;
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 5°.

TABELLA 25 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista

Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		25.6.4.1.1/b		25.6.4.1.2/d	25.6.4.1.2/e
applicazione	Sabbiatura A SA 2/	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		>1390		>1390	>1200
contenuto solido		>80%		>80%	>57%
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°
sovraverniciature alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

Ciclo per superfici interne

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b) si richiamano integralmente le norme precedenti.

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d) si richiamano integralmente le norme precedenti.

e) applicazione mediante airless di uno strato a base di epossidiche bicomponenti spessore 75u aventi le seguenti caratteristiche:

- Solido in volume 70%;
- Legante epossidico;
- Aspetto lucido.

f) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici a base di poliuretanica alifatica antingiallente di spessore 50u avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto > 57%;
- legante poliuretanico;
- aspetto lucido
- peso specifico della miscela: > g/l 1200;
- temperatura minima di applicazione: 5°.

TABELLA 25 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	25.6.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	25.6.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura

		25.6.4.2.1/b		25.6.4.2.2/d	25.6.4.2.2/e
applicazione	Sabbiatura A SA 2/	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		>1390		>1390	>1200
contenuto solido		>80%		>70%	>57%
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°
sovraverniciatura e alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

Requisiti particolari

Ai sensi di quanto previsto dalla UNI EN 1090 andranno previsti i seguenti particolari trattamenti per:

Superfici in contatto con il cls

Le superfici che verranno a contatto con calcestruzzo non devono essere rivestite tranne che non sia richiesto nella specifica di Progetto. Là dove non sono rivestite, tali superfici devono essere pulite ad aria compressa o a spazzola per rimuovere scorie di laminazione e pulite per rimuovere polvere, olio e grassi. Se le superfici trattate terminano su superfici che devono essere a contatto con calcestruzzo, il sistema di trattamento deve estendersi per almeno 30 mm nell'interfaccia.

Superfici ad attrito

Per le superfici di acciaio che si intende formino un contatto ad attrito con un'altra superficie di acciaio qualsiasi contaminazione con olio delle superfici ad attrito deve essere rimossa usando pulitori chimici e non pulitura a fiamma. Le superfici ad attrito devono essere protette dopo la preparazione fino all'assemblaggio ed alla chiodatura con coperture resistenti agli agenti atmosferici. È consentita, per le zone di giunto ad attrito, la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto (a Progetto) purché quest'ultimo venga adeguatamente certificato con prove di scorrimento. Le aree non trattate intorno al perimetro dei collegamenti serrati non devono essere trattate finché non siano state completate tutte le ispezioni del collegamento.

Superfici delle saldature e per saldature

Se un componente deve essere successivamente saldato, i lembi delle superfici da saldare devono essere protetti per almeno 150 mm con uno strato di 15-20u di vernice saldabile, certificata a base di etilsilicato di zinco. Le saldature ed i materiali base adiacenti non devono essere verniciati prima che siano state tolte le scorie. Un rivestimento addizionale a filetto deve essere applicato alle superfici saldate là dove la mano di fondo é stata applicata sotto la saldatura, se così stabilito dalla specifica di Progetto.

Trattamento dei dispositivi di giunzione

Il trattamento dei dispositivi di giunzione deve essere in accordo con quanto segue:

- con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di Progetto;
- con il materiale costituente il dispositivo di giunzione;
- con i materiali adiacenti in contatto con il dispositivo di giunzione quando in posizione e le verniciature su questi materiali;
- con il metodo di serraggio del dispositivo di giunzione;
- con qualunque eventuale necessità di riparare il trattamento del dispositivo di giunzione dopo il serraggio.

I bulloni di fondazione non devono essere trattati, se precisato nella specifica di Progetto. I dispositivi di giunzione, con un pre-trattamento in accordo con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di Progetto, non devono essere ulteriormente rivestiti dopo l'installazione tranne che non sia stabilito nella specifica di Progetto. Qualsiasi trattamento dei dispositivi di giunzione che si renda necessario dopo l'installazione non deve essere eseguito finché non sia stata completata l'ispezione dei dispositivi di giunzione.

Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

- In officina:
  - sabbiatura A SA214 delle norme SIS;
  - applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.
- In opera:
  - operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
  - ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "*surface tolerant*", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
  - strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
  - epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
  - applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
  - applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503. Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

Art. 30 Misto granulare non legato per fondazione

1. Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI EN 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione. Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di Progetto.

2. Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242. Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria (norma UNI EN 933-1) compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31.5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6.3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0.5	8-23
setaccio 0.063	3-10

- rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933¬8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma. f)Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 - Miscele non legate o legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25mm,

non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

3. Studio preliminare

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dall' Appaltatore mediante prove di Laboratorio sui campioni che la stessa avrà cura di presentare per tempo alla Direzione Lavori. Contemporaneamente l'Appaltatore deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive. I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento. Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere allontanato dal cantiere.

4. Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento d'ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso d'elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta sarà corretta in base alla formula:

$$dr=[di\ Pc\ (100-x)] / (100\ Pc - x\ di)$$

dove:

dr= densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio di = densità della miscela intera;

Pc= peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x= percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine

x, deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio ISO 3310 di apertura 20 mm).

5. Dati prestazionali

I valori di PORTANZA costituiscono il dato prestazionale. La misura della portanza consiste nella valutazione del MODULO ELASTICO DINAMICO REALE dello o degli strati di supporto sopra descritti, effettuata con una macchina a massa battente (*Falling Wheigt Deflectometer*-FWD) dotata di misuratori di deflessione (geofoni) operanti su 9 punti di una linea a distanza prefissata dalla piastra di carico, nel modo qui di seguito descritto :

- la massa battente da usare e l'altezza di caduta verranno stabilite mediante prove da effettuare prima della misura, in modo da non lasciare deformazioni permanenti sotto la piastra; l'altezza di caduta o la massa battete, se ciò succede, dovranno essere ridotte fino ad avere una deformazione di tipo elastico;
- le misure verranno effettuate nelle condizioni stabilite al punto precedente, controllando che comunque anche in altre zone di prova non si abbia deformazione plastica; il MODULO ELASTICO DINAMICO dello strato di FONDAZIONE verrà calcolato interpretando le misure con un modello costituito da un multistrato elastico con sottofondo di spessore indefinito;
- l'affidabilità del retrocalcolo dovrà essere valutata attraverso il confronto tra il bacino di deflessione misurato e quello derivato dal retrocalcolo stesso. Si dovrà pertanto individuare l'errore quadratico medio percentuale (RMS) attraverso la seguente equazione:

$$RMS(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{9}\sum_{i=1}^{9}\left(\frac{d_{ci} - d_{mi}}{d_{mi}}\right)^2}$$

ove dmi e dci sono rispettivamente la deflessione misurata e quella calcolata in corrispondenza dell'i-esimo geofono. Non saranno considerati accettabili valori di RMS superiori al 5%.

- la media dei valori di modulo dinamico ottenuto, espresso in MPa, elaborata su tronchi omogenei ottenuti con misure effettuate ogni 50 metri (o con cadenza più fitta per lavori di lunghezza ridotta, oppure su superfici di aspetto variabile), deve risultare maggiore o uguale a quello di Progetto e comunque superiore a 185MPa. Per valori medi di portanza inferiori al 10% rispetto ai valori di Progetto al misto granulare viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10 ed il 20% al misto granulare viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di Progetto di oltre 1cm, controllato a mezzo di un regolo di 4 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.
Solo per tratti di fondazione in misto granulare estremamente localizzati si potrà valutare le prestazioni raggiunte utilizzando una misura del modulo di deformazione Md che, accertato secondo le modalità previste dal presente Capitolato Speciale nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5daN/cm^2, non deve essere inferiore a 1.000daN/cm^2.

Art. 31 Fondazioni a legante idraulico

1. Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale

Descrizione

Il misto cementato per fondazione deve essere costituito da una miscela di inerti lapidei, miscelata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato in Progetto.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 d prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio UNI EN 933-1 con apertura 0,063 mm.

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti. Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (UNI EN 933-1/1999);

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio31,5	100
Setaccio 20	70-87
Setaccio 16	62-77
Setaccio 10	46-61
Setaccio 6.3	35-48
Setaccio 4	28-40
Setaccio 2	18-30
Setaccio 0,5	9-19
Setaccio 0,25	7-16
Setaccio 0,063	5-10

- perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999) non superiore a 30% in peso;
- equivalente in sabbia (UNI EN 933-8/2000) compreso fra 30 e 60;
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-15/2005) uguale a zero (materiale non plastico).

Legante

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Deve essere impiegato cemento della classe di resistenza 32,5, dei tipi I, II, III Portland, pozzolanico o d'alto forno, tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente.
A titolo indicativo la percentuale di cemento deve essere compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. È possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di Laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

Acqua

Deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela deve essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3).
Per il confezionamento dei provini, gli stampi saranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.
Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela di studio sarà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio UNI con apertura 20 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.
I campioni da confezionare in Laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250m di lavorazione.
La miscela sarà costipata su 5 strati con il pestello, l'altezza di caduta di cui alla norma UNI EN 13286-2/2005, 85 colpi per strato, in modo da ottenere un'energia di costipamento pari a quella della prova AASHTO modificato (diametro pestello 51 ± 0,5 mm, peso pestello 4,535 ± 0,005 kg, altezza di caduta 45,7cm).
I provini devono essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida. Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul setaccio ISO 3310 con apertura 20mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini devono avere resistenze a compressione a 7 gg. non minori di 2,5MPa e non superiori a 4,5MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (UNI EN 13286-42/2006) non inferiori a 0,25MPa. Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli

valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).
Da questi dati di Laboratorio devono essere scelti la curva e la densità al fine di confrontare le resistenze ottenute con quelle di Progetto da usarsi come riferimento nelle prove di controllo.

Formazione e confezione delle miscele

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
Gli impianti devono comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di Progetto.
La zona destinata all'ammannimento degli inerti dovranno essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Posa in opera - tempo di maturazione

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa sarà eseguita impiegando finitrici vibranti. Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 100kN per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 180kN;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 180kN. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e superiori a 25°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa anche a temperature superiori a 25°C ma inferiori a 30°C. In questo caso però deve essere necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); deve essere inoltre necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa devono essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.
Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un'eccessiva evaporazione della miscela.
Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola deve essere necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Comunque il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 h.
Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica al 55% in ragione di
1-2kg/m^2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposta la fondazione e successivo spargimento di sabbia.

Norme di controllo delle lavorazioni-prestazioni

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele. Sarà ammessa una tolleranza di ± 5% fino al passante al setaccio UNI con apertura 4 mm e di ± 2% per il passante al setaccio UNI 2mm ed inferiori, purché non siano superati i limiti del fuso. A compattazione ultimata la densità in sito deve essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO modificato (UNI EN 13286-2/2005) di cui al punto 30.1.3 in almeno 98% delle misure effettuate.
Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25MPa, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 h dalla compattazione, non deve mai essere inferiore a 150MPa. Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale, derivato mediante retrocalcolo con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo compreso tra 7 e 90 gg. dalla stesa. Modalità di esecuzione e limiti di accettazione del retro calcolo sono indicati nel paragrafo Art. 305.
La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere quella compresa nell'area A del diagramma che segue.
Se i valori ricadono nell'area B lo strato (ed il pacchetto che la ricopre) saranno penalizzati del 10% del prezzo per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce.
I valori ricadenti nell'area C comporteranno una penale del 20%, quelli ricadenti nell'area D devono essere rifiutati. In quest'ultimo caso il materiale dovrà essere rimosso e portato a discarica.

2. Riciclaggio in sito del misto cementato e/o granulare con aggiunta di cemento e acqua

Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo è realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare in sito, anche in cassonetti ricavati da pavimentazioni preesistenti, il misto cementato per fondazione o il misto granulare costituenti la preesistente fondazione, con cemento ed eventuali inerti freschi ed acqua, omogeneizzare, stendere per tutta la larghezza e profondità prevista e compattare la miscela ottenuta per uno spessore massimo di 25 cm. In alternativa si potranno usare materiali fresati di pavimentazioni bituminose; in questo caso si possono accettare resistenze minori di quelle indicate nel seguito, ma con conseguente aumento degli spessori legati, in modo da ottenere comunque i moduli di cui al punto 0. Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori ai 20 cm. Macchine che non operano nel modo sopraddetto potranno essere allontanate dal cantiere a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933¬1/1999) indicate nel fuso seguente.

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 63	100
Setaccio 31,5	75 -100
Setaccio 20	58 - 85
Setaccio 10	39 - 71
Setaccio 4	24 - 49
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,5	7 - 23
Setaccio 0,063	2 - 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la Direzione Lavori ne prescriverà la correzione mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto. Gli inerti di integrazione dovranno provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche.

Cemento

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Deve essere impiegato cemento della classe di resistenza 32,5, dei tipi I, III, IV Portland, pozzolanico o d'alto forno, tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente.

Acqua

Dovrà essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Studio della miscela di laboratorio

Le percentuali di cemento e di acqua ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle seguenti prove di laboratorio:

- eseguire sulla tratta interessata dai lavori prelievi di materiale sciolto fresato in sito e determinare in laboratorio la curva granulometrica di Progetto del misto cementato o granulare da trattare (UNI EN 933-1/1999). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate dovranno essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate;
- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di Progetto mediante studio Proctor modificato (UNI EN 13286-2/2005). La miscela granulometrica sottoposta a prova Proctor dovrà contenere una percentuale di cemento pari all'incirca della metà di quella ottimale;
- la percentuale di cemento ottimale dovrà essere determinata compattando la miscela, privata del trattenuto al setaccio UNI con apertura 20 mm, entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286¬47/2006) impiegati senza disco spaziatore all'umidità ottimale Proctor. La miscela dovrà essere compattata su 5 strati secondo la norma AASHTO modificato (UNI EN 13286-2/2005)(diametro pestello 51 ± 0.5 mm, peso pestello 4.535 ± 0.005 kg, altezza di caduta 45.7 cm)

incrementando di volta la percentuale di cemento (indicativamente dell'1%) riferita al peso secco della miscela degli inerti. Per ogni percentuale di cemento dovranno essere confezionati 18 provini. I provini così confezionati dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 2 e 6 d in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C). Da ogni provino, appena confezionato, deve essere immediatamente determinata la densità secca espressa in g/cm^3 (CNR B.U. n. 29/72). Le rotture dei provini devono avvenire secondo le seguenti modalità:

	ROTTURA A COMPRESSIONE	BRASILIANA
Stagionatura	N. provini	N. provini
24 H	3	3
72 H	3	3
168 H	3	3

Per l'esecuzione delle prove si faccia riferimento alla UNI EN 13286-41/2006 per la rottura a compressione, e alla UNI EN 13286-42/2006 per la rottura a trazione indiretta.
Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di Progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.
La miscela ottimizzata dovrà possedere una resistenze a compressione a 7 gg. non minore di 2,5MPa e non superiore a 4,5MPa, ed a trazione non inferiore a 0,25MPa.
Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5MPa.

Posa in opera

La posa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi. La miscela appena stesa dovrà essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico e/o combinato di almeno 350kN di peso. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate. Al termine della compattazione lo strato finito dovrà avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Proctor. Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in misura compresa tra 1 e 2 kg/m^2 ed un successivo spargimento di sabbia. on temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C la lavorazione della miscela dovrà essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia. Le lavorazioni successive e l'apertura al traffico dipenderà dalle resistenze raggiunte, comunque saranno decise di volta in volta.

Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni

Vale quanto indicato al paragrafo 0.

3. Fondazioni legate: riciclaggio a freddo in sito degli strati di fondazione (legati e non legati) mediante bitume schiumato e cemento

Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature mobili (con miscelatore a volume variabile) che consentano di miscelare in sito la fondazione esistente, sia legata che stabilizzata granulometricamente (o la

medesima integrata con materiale bituminoso fresato), con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e se necessario inerti freschi, omogeneizzare stendere e compattare la miscela per uno spessore massimo di 32 cm e non inferiore a 20 cm da intendersi come spessori finali della fondazione.
La schiuma di bitume è prodotta dalla reazione meccanica-fisico-chimica che avviene nel bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume di tipo BM a circa 180°C con acqua ad alta pressione.

Caratteristiche dei materiali

Inerti
Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorre verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) da eliminare se presenti mediante bonifica della fondazione con aggiunta di materiale vergine o eventualmente dei materiali fresati dagli strati superiori alla preesistente fondazione. In questo caso detti fresati verranno accumulati sul fianco del cavo e rimessi nel medesimo dopo asportazione della fondazione preesistente, non contenente materiali bituminosi.
Particolare cura verrà posta nel riposizionamento del fresato, onde evitare l'inquinamento delle miscele da materiale estraneo. In ambedue i casi si dovrà osservare la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933-1/1999) indicate nel fuso seguente:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 63	100
Setaccio 31,5	84-100
Setaccio 20	73-94
Setaccio 10	54-79
Setaccio 6,3	40-65
Setaccio 4	29-53
Setaccio 2	21-36
Setaccio 0,5	11-20
Setaccio 0,063	5-10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni si deve operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto; dette aggiunte possono anche essere operate con materiali provenienti dalla fondazione sottostante al fresato bituminoso.
La fondazione esistente o gli strati ad essa superiori devono essere prelevati mediante fresatura per la determinazione della curva di riferimento. Gli inerti di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche.

Bitume schiumato
Il bitume da impiegare deve avere caratteristiche e prestazioni tali da garantire al prodotto finito i parametri di seguito richiesti.
Esso deve rispondere alle seguenti prescrizioni:

- rapporto di espansione (rapporto tra il volume massimo raggiunto allo stato schiumoso ed il volume finale del legante, al termine del processo di schiumatura): > 20;
- tempo di semitrasformazione (tempo necessario per dimezzare l'espansione del bitume) > 25 s. Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190 °C (prima dell'espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume.

Cemento

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Deve essere impiegato cemento della classe di resistenza 32,5, dei tipi I, III, IV Portland, pozzolanico o d'alto forno.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Prescrizioni progettuali

Studio della miscela di laboratorio

Le percentuali di cemento, acqua e bitume schiumato ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate.

Prelievi in sito

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono esser eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Curva di Progetto

Dai prelievi devono essere eseguite analisi granulometriche per la determinazione della curva di Progetto, apportando se necessario nella miscela opportune integrazioni di inerti (UNI EN 933¬1/1999).

Studio della miscela di Progetto

La densità di progetto deve essere ricavata utilizzando il metodo volumetrico (preparazione del provino con pressa giratoria- norma UNI EN 12697-31).

Per la determinazione delle percentuali (da riferirsi in peso sugli inerti) ottime di bitume schiumato, cemento ed acqua devono essere confezionati provini tramite pressa giratoria (norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

- angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°;
- velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto;
- pressione verticale: 600kPa;
- diametro provino: 150mm;
- n° giri : 180;
- peso campione : 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua.

Per ogni periodo di maturazione (specificati di seguito) vanno confezionati le seguenti serie di provini:

Cemento %	1.5			2.0			2.5		
Bitume schiumato %	2	2	2	3	3	3	4	4	4
Umidità %	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.
I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697¬23/2006) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.
Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- resistenza a trazione diametrale Rt a 72 ore di maturazione maggiore o uguale a 0,40MPa;
- coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione maggiore o uguale a 60MPa.

Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a 40 °C si devono ricavare :

- perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50mm di mercurio;
- la resistenza a trazione indiretta : deve risultare almeno il 70% di quella ottimale;
- densità geometrica di riferimento per il controllo in sito a 180 giri;
- determinazione del modulo complesso (valore assoluto) che deve risultare:

Temperatura °C		0			10			20	
Frequenza Hz	1	10	20	1	10	20	1	10	20
Modulo complesso MPa	>6000	>6800	>7000	>2700	>3500	>3600	>1700	>2400	>2600

Posa in opera

La lavorazione in opera della miscela deve essere effettuata possibilmente con una sola passata (con macchine a tutta larghezza) per evitare il giunto longitudinale e problemi di planarità della superficie, mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi; nel caso di uso di miscelatrici più strette della larghezza da trattare, si dovrà operare in due o più passate, curando una certa sovrapposizione (per qualche decina di centimetri) delle strisciate contigue; nel caso di uso di fresato accumulato sul fianco del cavo e risteso nel medesimo, dopo asportazione del materiale preesistente, si dovrà operare una sua regolarizzazione al grader e successiva leggera compattazione, prima di operare con la miscelatrice.
La miscela consente, se mantenuta umida, tempi di stoccaggio definibili di volta in volta in funzione del cemento presente anche di qualche ora.
La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo gommato di idoneo peso (almeno 30 kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili, insieme ad un rullo metallico o combinato di almeno 200kN. In alternativa potranno essere impiegati rulli vibranti, comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori.

Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, è necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento. Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella di cui al punto “Studio della miscela di Progetto” (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri); il grado di addensamento è misurato mediante volumometro a sabbia (C.N.R. BU n° 22/1972), o carotaggi. Al termine del costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in misura compresa tra 1 e 2 kg/m^2.
La lavorazione consente dopo compattazione un immediato traffico di cantiere ed in caso di emergenza, per breve tempo, anche il traffico normale.

Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni - penali

Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale, derivato mediante retrocalcolo con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo superiore alle 12 h dalla stesa. Modalità di esecuzione e limiti di accettazione del retro calcolo sono indicati nel paragrafo Art. 305. La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere superiore o al limite uguale ai valori di seguito indicati:

TEMPO DI MATURAZIONE MODULO (MPa)

- da 12 a 24 ore 300
- da 24 a 48 ore 500
- da 90 fino a 365 giorni 3000

In caso di risultati insoddisfacenti rispetto ai limiti indicati, i materiali dovranno essere rifiutati.

4. Fondazioni legate: materiale fresato legato a bitume schiumato e cemento miscelato a freddo in impianto.

Descrizione

La sottobase/base a freddo viene realizzata mediante idonei impianti fissi (anche trasportabili nel luogo di impiego) che consentono di omogeneizzare con predosatori e mescolatori, il materiale fresato, con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e se necessario inerti freschi.
Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.
La schiuma di bitume è prodotta dalle reazioni fisico-chimiche del bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 175 °C con acqua ad alta pressione.

Prescrizioni progettuali

Per la costruzioni di fondazioni con impiego di fresato, in funzione del raggiungimento delle portanze indicate nel seguito, è consentita l'integrazione di inerti di adeguata pezzatura, non superiore al 30% in peso.

Curva di Progetto

La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e avere andamento continuo:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 63	100

Setaccio 31,5	90-100
Setaccio 20	71-98
Setaccio 10	49-80
Setaccio 6,3	39-69
Setaccio 4	30-59
Setaccio 2	20-40
Setaccio 0,5	10-22
Setaccio 0,25	7-17
Setaccio 0,063	4-8

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura; qualora la curva granulometrica del fresato non rientrasse nel fuso si deve operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.
Gli inerti devono rispondere ai requisiti richiesti per lo strato di base ad eccezione del valore di Los Angeles che deve essere minore di 30.
Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

Bitume schiumato
Il bitume da impiegare deve essere del tipo BM o 80-100 con le stesse caratteristiche del BM (ART. 31.1.12), mediante polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di ua particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180°C con acqua in alta pressione.
Le caratteristiche e prestazioni devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- rapporto di espansione: > 20 (metodologia interna DSTE/PBS);
- tempo di semitrasformazione (tempo necessario per dimezzare l'espansione del bitume) > 25 s.

(metodologia interna DSTE/PBS) Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190 °C (prima dell'espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume.

Cemento
I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Deve essere impiegato cemento della classe di resistenza 32,5, dei tipi I, III, IV Portland, pozzolanico o d'alto forno.

Acqua
Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Prescrizioni progettuali

Progetto della miscela di laboratorio
Le percentuali di cemento, acqua e bitume schiumato ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate (par. “Prelievi in sito”, “Analisi granulometriche”, “Studio della miscela di Progetto”).

Prelievi in sito

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono esser eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500 m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Analisi granulometriche

Devono essere eseguite analisi granulometriche per la determinazione della curva di Progetto, apportando se necessario nella miscela opportune integrazioni di inerti (UNI EN 933¬1/1999).

Studio della miscela di Progetto

Per la determinazione delle percentuali (da riferirsi in peso sugli inerti) ottime di bitume schiumato, cemento ed acqua devono essere confezionati provini tramite pressa giratoria (UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

- angolo di rotazione: 1.25° ± 0.02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto;
- pressione verticale: 600kPa;
- diametro provino: 150mm;
- n° giri: 180;
- peso campione: 4500g comprensivo di bitume, cemento e acqua.

Per ogni periodo di maturazione (specificati di seguito) vanno confezionati le seguenti serie di provini:

Cemento %	1.5			2.0			2.5		
Bitume schiumato %	2	2	2	3	3	3	4	4	4
Umidità %	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697¬23/2006) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- resistenza a trazione diametrale R_t a 72 ore di maturazione maggiore di 0,35MPa;
- coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione maggiore di 60MPa.

Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a 40 °C si devono ricavare :

- perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio;
- densità geometrica di riferimento per il controllo in sito a 180 giri;
- determinazione del modulo complesso (valore assoluto) che deve risultare:
- la resistenza a trazione indiretta deve risultare almeno il 70% di quella ottimale;

Temperatura °C	0			10			20		
Frequenza Hz	1	10	20	1	10	20	1	10	20
Modulo complesso MPa	>4300	>5200	>5500	>2800	>3600	>4000	>1800	>2500	>2700

Attivanti chimici funzionali

Devono essere impiegati nelle zone ad alto traffico prodotti rigeneranti (ACF) il fresato in percentuali comprese tra il 3% e il 6% in peso sul bitume di aggiunta. Le percentuali di ACF di aggiunta devono essere stabilite in base alle caratteristiche meccaniche (R_t e CTI) dei provini confezionati con la pressa giratoria.

Posa in opera

La miscela è messa in opera mediante macchine vibro-finitrici, preferibilmente cingolate, e compattata in spessori variabili tra 20 cm e 30 cm finali; oltre i 20 cm di spessore la fondazione deve essere costipata in due strati.

Il piano finale deve risultare perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela consente, se mantenuta umida, tempi di stoccaggio definibili di volta in volta in funzione del cemento presente anche di qualche ora.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione del giunti longitudinali e trasversali. La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo gommato di idoneo peso (almeno 30kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili, insieme ad un rullo metallico o combinato di almeno 200kN. In alternativa potranno essere impiegati rulli vibranti, comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori.

Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, è necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella di cui al punto 30.4.3.4. (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri; il grado di addensamento è misurato mediante il metodo del cono di sabbia (C.N.R. BU n° 22/1972), o carotaggi.

Al termine del costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in misura compresa tra 1 e 2 kg/m^2.

La lavorazione consente dopo compattazione un immediato traffico di cantiere ed in caso di emergenza, per breve tempo, anche il traffico normale.

Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni - penali

Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale, derivato mediante retrocalcolo con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo superiore alle 12 h dalla stesa. Modalità di esecuzione e limiti di accettazione del retro calcolo sono indicati nel paragrafo Art. 305.

La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere superiore o al limite uguale ai valori di seguito indicati:

TEMPO DI MATURAZIONE	MODULO (MPa)
• da 12 a 24 ore	30
• da 24 a 48 ore	500
• da 90 fino a 365 giorni	3000

In caso di risultati insoddisfacenti rispetto ai limiti indicati, i materiali dovranno essere rifiutati.

5. Fondazioni legate : riciclaggio a freddo in sito di materiali preesistenti con emulsione bituminosa modificata e con aggiunta di cemento per la formazione di strati di fondazione

Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentano di miscelare in sito misti cementati, misti granulari o altri materiali anche bitumati, preesistenti nel luogo, con emulsione bituminosa modificata e cemento, ed eventuali inerti freschi additivi ed acqua, omogeneizzare stendere e compattare la miscela ottenuta per uno spessore indicato in Progetto. Spessori più alti saranno accettati purché sia presente una certa drenabilità dei supporti (per lo smaltimento delle acque in eccesso) e siano usate macchine con mescolatori abbastanza capienti per consentire il raggiungimento di buone mescolazioni anche alle profondità più elevate di 15 cm.

Inerti

della miscela, in funzione del raggiungimento delle portanze indicate nel seguito, è consentita l'integrazione di inerti di adeguata pezzatura, non superiore al 30% in peso. Gli inerti impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Gli inerti di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) e conformi alle specifiche tecniche della miscela di base, oppure da fresato degli strati superiori a quello trattato. Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille).

Curva di Progetto

La granulometria (norma UNI EN 933-1) della miscela finale deve essere compresa nel seguente fuso e avere andamento continuo:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 63	100
Setaccio 31,5	80-100
Setaccio 20	65-88
Setaccio 10	44-72
Setaccio 6,3	34-62
Setaccio 4	31-54
Setaccio 2	20-40
Setaccio 0,5	11-24
Setaccio 0,063	3-10

Qualora la curva granulometrica del misto non consenta la realizzazione della curva di Progetto si deve operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto. Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

Legante

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formata con bitume modificato con aggiunta di attivanti o ritardanti chimici. La percentuale di bitume nell'emulsione deve essere compresa tra 60% e 70% in peso.

Cemento

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Deve essere impiegato cemento della classe di resistenza 32,5, dei tipi I, III, IV Portland, pozzolanico o d'alto forno.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Prescrizioni progettuali

Progetto della miscela di laboratorio

Le percentuali di cemento, acqua e emulsione ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in relazione alle prove di laboratorio di seguito elencate (par. “Prelievi in sito”, “Curva di Progetto”, “Studio della miscela di Progetto”).

Prelievi in sito

Valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono esser eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 500m ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Curva di Progetto

Dai prelievi devono essere eseguite analisi granulometriche per la determinazione della curva di Progetto, apportando se necessario nella miscela opportune integrazioni di inerti (UNI EN 933¬1/1999).

Studio della miscela di Progetto

Per la determinazione delle percentuali (da riferirsi in peso sugli inerti) ottime di emulsione, cemento ed acqua devono essere confezionati provini tramite pressa giratoria (norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

- angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°;
- velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto;
- pressione verticale: 600kPa;
- diametro provino: 150mm;
- n° giri: 180;
- peso campione: 4500g comprensivo di bitume, cemento e acqua.

Per ogni periodo di maturazione (specificati di seguito) vanno confezionati le seguenti serie di provini.

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697¬23/2006) dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- resistenza a trazione diametrale Rt a 72 ore di maturazione maggiore di 0,40MPa;
- coefficiente di trazione indiretta CTI a 72 ore di maturazione maggiore di 60MPa; Dall'ottimale ottenuto su campioni maturati per 72 ore a 40 °C si devono ricavare:
- perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio;
- la resistenza a trazione indiretta deve risultare almeno il 70% di quella ottimale;
- densità geometrica di riferimento per il controllo in sito a 180 giri;

- determinazione del modulo complesso (valore assoluto).

Per l'individuazione dei tempi di apertura al traffico, sulla miscela ottimale devono essere confezionati con le stesse modalità di cui sopra 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h a 20 °C e rotti con sistema diametrale (UNI EN 13286-42/2006) a 25 °C (dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C).

I requisiti richiesti sono:

- resistenza a trazione diametrale R_t a 24 ore di maturazione maggiore di 0,18MPa;
- coefficiente di trazione indiretta CTI a 24 ore di maturazione maggiore di 20MPa.

Posa in opera

La messa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione di elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo vibrante di peso maggiore di 180kN con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione, insieme ad un rullo gommato di idoneo peso (almeno 30kN gomma).

I rulli impiegati devono garantire l'ottenimento delle densità di Progetto.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella di cui al punto "Studio della miscela di Progetto" (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri; il grado di addensamento è misurato mediante volumometro a sabbia (C.N.R. BU n° 22/1972), o carotaggi. Con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia. L'apertura alle successive lavorazioni e/o traffico va valutata di volta in volta.

Norme di controllo delle lavorazioni - prestazioni - penali

Il riferimento prestazionale sarà costituito dal modulo elastico reale, derivato mediante retrocalcolo con i valori rilevati in opera (anche a strato ricoperto) con il F.W.D. in un periodo superiore alle 12 h dalla stesa. Modalità di esecuzione e limiti di accettazione del retro calcolo sono indicati nel paragrafo Art. 305.

La media dei valori di modulo sui tronchi omogenei dovrà essere superiore o al limite uguale ai valori di seguito indicati:

TEMPO DI MATURAZIONE	MODULO (MPa)
da 12 a 24 ore	300
da 24 a 48 ore	500
da 90 fino a 365 giorni	3000

In caso di risultati insoddisfacenti rispetto ai limiti indicati, i materiali dovranno essere rifiutati.

6. Fondazione legate: riciclaggio a freddo in sito con cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata per strati di sottobase

Descrizione

Le miscele stabilizzate con cemento ed emulsione bituminosa sono costituite da materiali granulari naturali e/o di riciclo della vecchia pavimentazione, compreso il conglomerato bituminoso fresato, cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso di recupero, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant ed eventualmente inerti vergini (di primo impiego) di integrazione. Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente tratte con calce.

Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella Tabella A.1 la Direzione Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Serie setacci ISO Passanti

Apertura [mm]	%
80	100
63	95-100
31.5	80-100
16	58-92
8	42-76
4	30-56
2	18-40
0.5	9-25
0.063	2-8

Gli aggregati vergini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabella A.2 .

Tabella A.2

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	**Metodo di prova**	**Valori richiesti**	***Categoria* UNI EN 13043**
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25%	LA_{25}
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	$C_{100/0}$
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f_1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F_1

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A.2 viene verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).
Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.
Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori può chiedere la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

Legante

Il legante deve essere costituito da emulsione bituminosa sovrastabilizzata, specifica per le miscele contenenti calce e/o cemento. Le caratteristiche richieste per l'emulsione ed i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A.3.

Tabella A.3

EMULSIONE BITUMINOSA SOVRASTABILIZZATA			
Parametro	***Normativa***	***unità di misura***	***Valori richiesti***
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	40±2
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	60±2
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2÷4
Cement mix	UNI EN 12848		<2
Caratteristiche bitume estratto			
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	35 - 56
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN112593	°C	≤ -8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Cemento

I cementi impiegati devono essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Possono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:

- cemento Portland;
- cemento d'altoforno;
- cemento pozzolanico.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

<u>Prescrizioni progettuali</u>

Progetto della miscela di laboratorio

Le percentuali ottimali di cemento, acqua ed emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o in campo prova.

Prelievi in sito

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità. Per i conglomerati bituminosi il prelievo deve essere eseguito dopo la fresatura ed un successivo passaggio di pulvimixer in modo da poter considerare l'effetto di sgranamento prodotto dalla macchina stabilizzatrice.

Curva di progetto

Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche (UNI EN 933-1) ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti.

Studio della miscela di progetto

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, come indicato nella Tabella B.1 costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova: Angolo di rotazione: 1.25° ± 0.02° Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto Pressione verticale: 600 kPa Dimensioni provino: 150 mm n° giri: 180.

Peso campione: 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

Tabella B.1									
% cemento	1,5			2,0			2,5		
% di emulsione bituminosa	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5
Umidità % oltre l'acqua dell'emulsione	4	5	6	4,5	5,5	6,5	5	6	7

Ferme restando le percentuali di cemento, le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40°C per 72 ore e successivamente, dopo condizionamento per 4 ore in forno a 25 °C, devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23), I provini sottoposti a 72 ore di maturazione devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta Rt: > 0,35MPa;
- coefficiente di trazione indiretta CTI: > 60MPa.

Sui provini confezionati con la miscela ottimale, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare:

- modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annesso C), valore medio di almeno 4 provini (per i provini da sottoporre a prove di modulo il peso del campione (passante al setaccio 31.5mm) dovrà essere di 2800g);
- perdita di resistenza dopo imbibizione a 25 °C, per 1 ora sottovuoto a 50mm di mercurio, valore medio di almeno 4 provini;
- densità geometrica, di riferimento per il controllo in sito a 80 giri (valore medio di almeno 4 provini).

Per il modulo di rigidezza i risultati devono soddisfare i valori indicati in Tabella B.2

Tabella B.2			
Temperatura [°C]	5	20	40
Rise-time [ms]	124±4	124±4	124±4
Modulo di rigidezza [MPa]	>4000	>3000	>2000

La resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione deve risultare almeno il 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.
L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non sono ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ±10 per la frazione grossa (trattenuto al setaccio da 2 mm), di ±5 per la frazione fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al setaccio da 0,063 mm), di ±2 per il filler (passante al setaccio da 0,063 mm). Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame della miscela prelevata al momento della stesa, dopo un passaggio di pulvimixer senza impiego dei leganti. Per gli eventuali inerti di integrazione gli scostamenti massimi, da accertare prima della miscelazione, sono di ±5% per tutti i trattenuti ai diversi setacci e di ±2% per il filler (passante al setaccio da 0,063 mm).

Posa in opera

La stabilizzazione con cemento ed emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione), autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli. Subito dopo la miscelazione si deve procedere ad una prima compattazione con rullo monotamburo vibrante per omogeneizzare l'addensamento a quello prodotto dal passaggio delle ruote del pulvimixer. Segue la profilatura per attribuire la pendenza trasversale ed il costipamento mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 180kN con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 250kN.
Si dovrà inoltre avere cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
Subito dopo il completamento della fase di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1,0 - 1,5 kg/m^2 (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui può venire sottoposto) e successivo spargimento di graniglia o di sabbia.
Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Norme di controllo delle lavorazioni-prestazioni

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono a discrezione della Direzione Lavori. Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela vengono determinate: la percentuale d'acqua e la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa

giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annesso C).

Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante macchina a massa battente (*Falling Weight Deflectometer* - FWD) ed il prelievo di carote per il controllo delle peso di volume e la verifica degli spessori. Sulle carote possono inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) ed il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26, Annesso C).

A compattazione ultimata la densità in sito (ysitu), nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento (vlaboratorio) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 80 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Quando possibile il valore di riferimento può essere costituito dall'addensamento ottenuto in laboratorio sulla miscela effettivamente utilizzata in quel punto, costipata con 80 giri di pressa giratoria.

Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697-6/procedura D).

Nella prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40 °C e successivamente, condizionati per 4 ore a 25 °C, la Resistenza a Trazione Indiretta Rt non deve essere inferiore a 0,35 N/mm^2 ed il Coefficiente di trazione indiretta CTI non deve essere inferiore a 60 N/mm^2.

Il modulo di rigidezza alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26) con deformazione imposta di 2 urn su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (180 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni, non deve essere inferiore a 3000MPa.

Considerando lo stesso provino e gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperature a 50°C deve essere < del 75% del valore di riferimento a 20°C.

Il modulo elastico rilevato, dopo 90 giorni dal trattamento, con *Falling Weight Deflectometer*, e riferito alla temperatura di 20°C, nel 95% dei campioni (ovvero dei punti analizzati) non deve essere inferiore a 3000MPa.

Ad integrazione dei controlli precedenti possono essere eseguite prove con piastra dinamica leggera (*dynamic plate-load test*). Il modulo dinamico Evd dopo la compattazione non deve essere inferiore a 70MPa nel 90% dei punti analizzati. Le misure di modulo dinamico sono riportate alla temperatura di riferimento (25°C) applicando correzioni di un punto percentuale ogni grado centigrado di scostamento, incrementando il valore del modulo nel caso di misure effettuate a temperature maggiori di 25°C, diminuendolo nel caso di misure effettuate a temperature minori di 25°C. L'attrezzatura impiegata deve essere equipaggiata con una massa battente da 10 kg che genera una forza di impatto di 7,07kN con una durata dell'impulso di 18ms su una piastra di diametro di 300 mm. La procedura di prova prevede l'applicazione di tre colpi successivi di cui vengono acquisite le deformazioni e, nota la tensione di carico applicata, la macchina restituisce automaticamente il risultato (modulo dinamico) definito come la media delle tre misurazioni. I tre colpi di prova devono essere preceduti da altri tre colpi in modo tale da ottenere un buon contatto tra il piatto di carico ed il suolo. La piastra di carico deve essere posizionata su un piano adeguatamente liscio con l'eventuale disposizione di sabbia monogranulare per livellare la superficie. Nei casi in cui non si realizzi un buon contattato tra piastra e pavimentazione oppure l'inclinazione del piano sia eccessiva (maggiore del 6%), si possono verificare degli spostamenti laterali che inficiano i risultati.

7. Fondazione in misto cementato realizzato in "situ" con impiego di prodotti stabilizzanti

Generalità

Della fondazione in misto granulare anche se inquinati da sostanze argillose od altro possono essere reimpiegati, quando non è possibile o conveniente provvedere alla loro integrale sostituzione (tratti stradali con grande volume di traffico,

irreperibilità di materiali idonei, urgenza di riaprire al traffico i tratti bonificati ecc.) miscelando in sito con il cemento, sostanze chimiche inorganiche definite "stabilizzanti".
Questi prodotti costituiti da una miscela di sali alcalino terrosi (sodio, potassio, alluminio, calcio, ferro ecc.) da applicarsi diluiti in acqua nello strato da trattare unitamente al cemento producono un'azione di coesione dei limi e delle argille presenti nel materiale in sito e permettono le normali reazioni di idratazione e presa per la miscela terra-cemento contenendo anche gli effetti del ritiro durante la presa.

Materiali

Prodotto stabilizzante in ragione di 1 kg in polvere per metro cubo di materiale da trattare diluito in acqua in funzione dell'umidità presente nel misto;

- legante: cemento Portland, pozzolanico o d'alto forno di classe 32,5;
- acqua: deve essere esente da impurità dannose al cemento, oli, acidi, alcali.

Studio della miscela

Verificata preventivamente la presenza di sostanze limose o argillose deve essere effettuato uno studio di Laboratorio per definire le percentuali di aggiunta del cemento ed acqua in funzione dei valori di resistenza da ottenere come prescritto al punto 0, tenendo conto della correzione con i prodotti stabilizzanti, che è assunta costante come detto in precedenza.

Modalità esecutive

La rimozione della parte di strato da trattare deve essere effettuata per le profondità indicate dalla Direzione Lavori con idonee attrezzature e comunque non inferiori ai 25cm.
Il legante cementizio nelle quantità definite nella fase progettuale deve essere distribuito in maniera uniforme mediante idonei spargitori su tutta la superficie rimossa e miscelato con Pulvimixer in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25cm.
Macchine ritenute come non idonee dovranno essere allontanate dal cantiere.
Al termine della miscelazione dovrà essere aggiunta la soluzione acquosa contenente il prodotto stabilizzante e quantità di acqua più o meno elevate in funzione della quantità di materiale da trattare e della sua umidità.
Seguirà una seconda e più accurata miscelazione ad opera degli stessi mezzi già impiegati. Quando le argille sono presenti solo in zone circoscritte rispetto all'intera superficie interessata dai normali lavori di risanamento, questa lavorazione dovrà essere naturalmente limitata solo a queste zone.
La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali ed atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5 °C e 35 °C.
Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità deve risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non deve essere inferiore al 15%.
Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori.
Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.
Le operazioni di addensamento dello strato devono essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 100kN per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 180kN.

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 180kN. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

Norme di controllo delle lavorazioni

Valgono le stesse prescrizioni indicate al paragrafo 0

Art. 32 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

1. Leganti bituminosi di base e modificati

Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking);
I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui al paragrafo 2.
I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM", La tabella sinottica I° che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II° i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III°, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

Categoria Leganti	**Tab.**	**Sigla Bitume**	**Campi di applicazione** (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	3.2.1.	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	3.3.3.	B	CBM
Bitume Hard	3.3.4.	C	CBH(°°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP,ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	3.3.5.	D	MTF, CBRF
Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	3.3.6.	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	3.3.7.	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	**Tab.**	**Sigla Bitume**	**Campi di applicazione** (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.3.8.	A.C.F.	CBR(°°°), CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto dall'art. 3.3.6
Fibre di natura minerale (vetro) o miste	3.4.1.	MST	CBD, TSC, MT,CBMD,CBMU,ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	3.4.2.	MST	MTF
Leganti sintetici	3.5.	LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 50.1.1.)
(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB
(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi al paragrafo 2.

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale

SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tab. 50.1.1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui al paragrafo 2.

Nella Tab. 50.1.1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 50.1.1 Bitume "A" (50/70)

	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	< -6
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	> 99
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dy/dt = 10 $s^{A}(-1)$	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.05 ≤ 0,2
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	< 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	> 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤9
(*) Rolling Thin Film Oven Test			

Caratteristiche del bitumen di base "BM" per la modifica con polimeri

Per i leganti bituminosi semisolidi di base BM indichiamo 8 caratteristiche più i frazionamenti chimici riferiti agli asfalteni, polari (resine), aromatici, saturi determinati mediante analisi TLC/FID Iatroscan. Per questi ultimi, i valori dei rapporti asfalteni/resine e saturi/aromatici dovranno essere tali da rientrare nel quadrante di compatibilità riportato nel diagramma 50.1.2. seguente, inoltre si dovrà rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento, obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite ai rapporti dei frazionamenti chimici del diagramma 50.1.2.

Nella tabella 50.1.3 e nel diagramma 50.1.2 sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica "BM" quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58/2005.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 50.1.3 comporta l'applicazione delle penalità di cui al paragrafo “Leganti bituminosi modificati”.

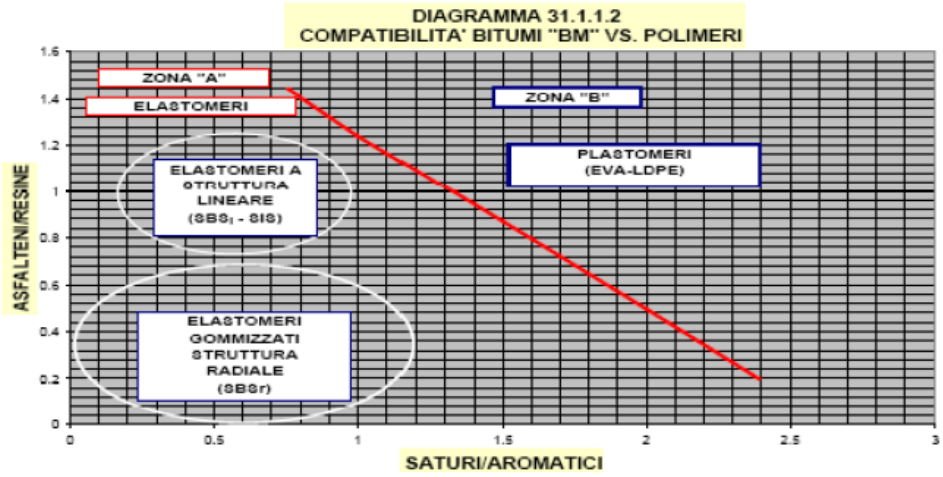


TABELLA 31.1.1.2 Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dγ/dt = 10 s^(-1)	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

Leganti bituminosi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica III°). Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati. Nel seguito indichiamo le 9 caratteristiche dei bitumi modificati "Medium" siglati: "B" e "D", e le 10 caratteristiche per quelli a modifica "Hard" siglati "C".

Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite, o per carenza definita nel paragrafo "Bitumi di base" o per carenza della modifica, verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.
L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.
Nella tavola sinottica II° sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

Bitumi modificati con additivi

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.
La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab. 50.1.1.2) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:
Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 50.1.3.)
Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 50.1.4. ,50.1.5., 50.1.6.)
I bitumi con modifica " MEDIUM " possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica "HARD", utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° paragrafo 0 salvo diversa indicazione della Committente.
I bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 50.1.3., 50.1.4., 50.1.5., 50.1.6.
Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.
Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato,le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle: 50.1.3., 50.1.4., 50.1.5., 50.1.6.
In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione (vedi tab.50.1.1.2).

Bitumi con modifica "MEDIUM"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati.

TABELLA 50.1.3. - BITUME "MEDIUM"- LEGANTE "B"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	> 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	< -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dy/dt = 10 sA(-1)	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.10 - < 0,3
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	> 65
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C A Punto di rammollimento	oC	UNI EN13399	< 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12067-1	< 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	> 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	< 8

Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" - CBH (Vedi tavola sinottica I°), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono. Tipologie di modifica diverse saranno valutate prima dell'uso, di volta in volta dalla Direzione Lavori.

TABELLA 50.1.4. - BITUME HARD - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	> 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693	< -12
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dy/dt = 10 sA(-1)	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.15 -< 0,40
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	> 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C A Punto di rammollimento	oC	UNI EN13399	< 3
Resistenza a fatica, G*sin5, 1.0kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50oC	Kpa	SHRP B-003	> 9
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 126071	< 0,8

Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	> 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	< 5

TABELLA 50.1.5. - BITUME HARD - LEGANTE "D"(**)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	> 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	< -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dy/dt = 10 sA(-1)	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.05 -< 0,20
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	> 60
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180 °C A Punto di rammollimento	oC	UNI EN13399	< 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	< 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	> 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	< 10

(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84)

(*****) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 50.1.6. - BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	> 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	< -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità dy/dt = 10 sA(-1)	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.70 -< 2,00
Ritorno elastico a25°C, 50 mm/min	%	UNI EN13398	> 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C A Punto di rammollimento	oC	UNI EN13399	< 4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	< 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	> 15
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	< 10

I bitumi hard (par. 0 tab 50.1.4) potranno inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer). La metodologia è con sistema piatto-piatto (25mm

di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio (T=200Pa con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec.
I valori di G* (modulo complesso) e 8 (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati.

Temperatura (°C)	Fuso G* (Pa)		Fuso 5 (°)	
5	3000000	7000000	2	10
10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69
45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti "F1" e "F2" nella tavola sinottica I° andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

TABELLA 50.1.5.1 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	" F1 " a rapida rottura (RR55)	" F2 " a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	< 45	< 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	> 55	> 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	<2	< 6
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	> 55	> 54

Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3 / 10	5 / 12
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	< 220	< 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	> 35	> 35

Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB "Normali", CBM "Medium" e CBH "Hard" per strati di Base - in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF - in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR -impiego indispensabile in ogni caso).
Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.
In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 50.1.6.1

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, y = 100 s-1 (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'accettazione degli A.C.F. è subordinata alle prove condotte da un Laboratorio autorizzato.
La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative, effettuate presso un Laboratorio autorizzato, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74). Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Modificanti strutturali (MST)

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)

Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBMD, MT, ECD, vedi paragrafo 5),
l'aggiunta della fibra è obbligatoria. La composizione chimico-fisica delle fibre di vetro è riportata in tabella 50.1.8.1.
A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.
L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.
Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.
Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

TABELLA 50.1.8.1. Composizione Chimica Vetro "E" (Filato di vetro)

	%	tolleranze
SiO_2	54	± 0,5
Al_2O_3	14,4	± 0,5
Fe_2O_3	0,25	± 0,15
TiO_2	0,25	± 0,15
CaO	22,1	± 0,4
MgO	0,6	± 0,1
SrO	0,15	± 0,1
Na_2O	0,51	± 0,15
K_2O	0,38	± 0,15
B_2O_3	6,8	± 0,4
SO_3	0,035	± 0,005

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300

Diametro medio fibra	micron	7/15
Superficie specifica fibra	cm^2 /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	> 550

2. Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" l'altro a modifica "Hard". Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB "Normali"	Base	≥ 75	< 25	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----
CBM "Medium"	Base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 75	≤ 25	-----
	Usura	≥ 80	≤ 20	-----
CBH "Hard"	Base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 75	≤ 25	-----
	Usura	≥ 80	≤ 20	-----

(*) in zone ad alto traffico e su indicazione del centro rilevamento dati della Società di Fiano Romano - vedi par. 0.

Prescrizioni generali

Per la verifica preliminare di idoneità degli studi di progetto che l'impresa intende adottare per ogni cantiere di produzione, almeno tre mesi prima l'inizio delle lavorazioni, l'impresa ha l'obbligo di fare eseguire a sue spese, presso laboratorio autorizzato, prove di accettazione e di idoneità di tutti gli elementi che compongono le miscele di progetto (aggregati, bitume, additivi ecc.). Gli studi di progetto devono essere presentati in originale e firmati dal responsabile dell'impresa alla D.L. e devono essere corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate.
Durante i lavori l'impresa esecutrice dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata e definita anche ai fini del pagamento, operando i controlli di produzione e di messa in
opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della D.L. un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.
La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito paragrafo 0; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni di correzione da parte della Direzione Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici Rt, CTI (paragrafo “Prova Marshall”) e di quelli Volumetrici (paragrafo “Pressa giratoria – Vuoti”) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti al paragrafo “Quantità di bitume”) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste al paragrafo 0.

Variazioni percentuali nella composizione granulometrica, rispetto alla curva di progetto proposta, di ± 5% per l'aggregato grosso e/o ± 3% per il contenuto di sabbia CNR B.U. n° 95 del 31.01.1984 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm, e/o di ± 1,5 per il passante al setaccio UNI 0,075) e/o scostamenti percentuali del contenuto di bitume progettuale superiori a ± 0,25, e/o variazioni della miscela degli inerti, qualora determinano nella miscela finale sia scompensi volumetrici che prestazionali, comportano l'applicazione di penali come al successivo paragrafo 0

Per quanto riguarda il contenuto del bitume, la tolleranza percentuale sopraindicata (± 0,25) che tiene normalmente conto della "incertezza di misura" collegata all'esecuzione della prova di estrazione, viene aumentata di un'ulteriore quantità (pari a 0,25) per tenere conto delle perdite di legante che si verificano nei passaggi intermedi prima dell'esecuzione della prova.

L'idoneità finale delle miscele superficiali sono condizionate dall'analisi eseguite mediante test accelerati di resistenza all'attrito radente di tipo "*Abrasimetro Rotazionale*" od altro sistema ad insindacabile scelta della D.L..

Materiali fresati

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell'art. 2

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato, denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Per l'ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, nel caso di utilizzo di materiali provenienti da fresature diverse sia per provenienza che per natura, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un ulteriore aumento delle parti fini nel materiale.

Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati di cui al paragrafo 2

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc.) per lo strato di usura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT"; "MEDIUM" o "HARD") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (paragrafo 0, tab.50.1.6.1).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (paragrafo 3) valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.

Penali

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 31.6 delle presenti NTA e riguardano le caratteristiche del prodotto finito quali: durata a fatica, modulo di portanza, aderenza, regolarità, tessitura superficiale ecc.

3. Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"

Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, riciclati, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie siderurgiche, loppe ecc.) ovvero dalla loro combinazione percentuale, impastati a caldo con bitume, in impianti automatizzati a volte dotati di sistemi di riscaldamento indiretto degli inerti provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.
I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose. Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli.

Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui al paragrafo 1.

Aggregati

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.
Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.
La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.
Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.
Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) > 45, una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente SI<10 e FI<10.
L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.
I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.
Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve avere stoccato una quantità di materiale necessaria ad assicurare almeno due settimane di lavorazione (considerando 80% della potenzialità produttiva dell'impianto).

Attivanti chimici di adesione

Vedi paragrafo 0

Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.
Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (paragrafo 0) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 metro di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.
Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0,5 e 1,0 kg/m^2 in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati al paragrafo 1
II trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso (almeno 30 kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La finitura del conglomerato dovrà essere realizzata con l' utilizzo di un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 140 kN, cosi come per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.
Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.
Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo paragrafo.
Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una percentuale assoluta dei vuoti non superiore all' 8%, valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.
I dati di densità in sito possono essere assunti come prestazionali in carenza di altre misure di portanza.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nel paragrafo 0.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa non inferiore a 0,5 Kg/m^2.

Prescrizioni progettuali

Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.

Strato di base: minimo 85% di inerte frantumato (*)

Strato di collegamento: minimo 85% di inerte frantumato (*)

Strato di usura: 100% di inerte frantumato (**) escluso inerti non naturali

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà definita di volta in volta nelle curve di progetto con la Direzione Lavori.

Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.

- strato di base: minimo 60%;
- strato di collegamento: minimo 65%;
- strato di usura: minimo 80%.

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali o sintetiche.

Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere:

- strato di base: < 25% in peso;
- strato di collegamento: < 25% in peso;
- strato di usura: < 20% in peso.

Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere:

- strati di base e di collegamento : < 2%;
- strato di usura: < 1%.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere:

- strati di base e di collegamento: < 30%;
- strato di usura: < 20%.

Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix.(denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere > 40.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di VL < 40. Il valore di VLmix ricavato da tutte le pezzature uguali o superiori a 2 mm deve essere > 45 . Calcolo del VLmix,:

- si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm;
- la somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm;
- le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature: Strato di base e di collegamento : < 0.015.

Strato di usura: da definire in fase di progetto in funzione della natura degli inerti utilizzati.

Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati >70% (UNI EN 933-8).

Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il APA deve essere > 5°C (UNI EN 13179-1);
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
  - setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%;
  - setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%;
  - setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17982-12).

Argilla espansa - Resistenza allo schiacciamento

Argilla espansa di tipo resistente, pezzatura 3/11: > 2,7MPa (UNI EN 13055-2).

Miscele

Le miscele dei conglomerati devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie e setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso			
	STRATO DI BASE	STRATO DI COLLEGAMENTO	STRATO DI USURA TIPO "A"	STRATO DI USURA TIPO "B"
31,5	100	100	100	100
20	73 – 94	85 - 98	100	100
14	51 – 76	70 - 87	94 - 100	100
10	40 – 64	58 - 78	77 - 94	81 - 94
6.3	31 – 55	46 - 66	57 - 76	57 - 76
2	19 – 38	25 - 38	25 - 38	25 - 38
0,5	8 – 21	11 - 21	12 - 22	12 - 22
0,25	5 – 16	7 - 17	9 - 17	9 - 17
0,063	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10

Fuso A - usure da 4 - 6 cm

Fuso B - usure da 3 cm

Quantità di bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

- strato di Base normale: 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.1.1;
- strato di Base Medium: 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.3.;
- strato di Base Hard:: : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.4.;
- strato di Collegamento normale: 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.1.1;
- strato di Collegamento Medium : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.3.;
- strato di Collegamento Hard: 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 0., tab. 50.1.4.;
- strato di Usura normale: 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.1.1;
- strato di Usura Medium: 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.3;
- strato di Usura Hard: 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 0, tab. 50.1.4.

Prove volumetriche e meccaniche

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

Pressa giratoria - Condizioni di prova

Angolo di rotazione: 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, kPa: 600

Dimensioni provino, mm: 150 per strato di base

Dimensioni provino, mm: 100 per strato di collegamento ed usura

Requisiti di idoneità

Pressa giratoria - Vuoti

BASE NORMALE	**BASE MEDIUM**	**BASE HARD**
a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 - 5(*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 - 5(*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 - 5(*)
a 180 rotazioni: % vuoti > 2	a 180 rotazioni: % vuoti > 2	a 200 rotazioni: % vuoti > 2
collegamento normale	**collegamento medium**	**collegamento hard**
a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 - 5 (*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 - 5 (*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 - 5 (*)
a 180 rotazioni: % vuoti > 2	a 190 rotazioni: % vuoti > 2	a 200 rotazioni: % vuoti > 2
usura normale	**usura medium**	**usura hard**
a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15	a 10 rotazioni: % vuoti 12-15
a 130 rotazioni: % vuoti 3 - 5 (*)	a 140 rotazioni: % vuoti 3 - 5(*)	a 150 rotazioni: % vuoti 3 - 5 (*)
a 220 rotazioni: % vuoti > 2	a 230 rotazioni: % vuoti > 2	a 240 rotazioni: % vuoti > 2

(*) Dg= densità giratoria di progetto “Prova Marshall” Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (UNI EN 12697-23).

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Inerti	**BASE NORMALE**		**BASE MEDIUM/HARD**	
	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
Vergini	0,50 -	> 40	0,90 -	> 80
	0,80		1,55	
Vergini + fresato	0,75 -1,35	> 70	0,95 -1,55	> 80
	COLLEGAMENTO NORMALE		**COLLEGAMENTO MEDIUM/HARD**	
Vergini	0,50 -0,80	> 40	0,90 -1,55	> 80
Vergini + fresato	0,75 -1,35	> 70	0,95 -1,55	> 80
	USURA NORMALE		**USURA MEDIUM/HARD**	
Vergini	0,60 -0,90	> 45	0,90 -1,55	> 80
Vergini + fresato	0,75-1,35	> 70	0,95 -1,55	> 80

Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato, senza alcun ulteriore riscaldamento, alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore alla temperatura minima prevista dalle Norme Tecniche (in base alla tipologia di bitume/conglomerato utilizzato), sull'intera tratta interessata da tali errate condizioni di posa in opera dovranno essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dal paragrafo 0.

I valori della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004), eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 75 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall, e la percentuale dei Vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) dovranno risultare:

	BASE NORMALE	**BASE MEDIUM**	**BASE HARD**
Stabilità Marshall (daN)	> 900	> 1100	> 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	> 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	COLLEGAMENTO NORMALE	**COLLEGAMENTO MEDIUM**	**COLLEGAMENTO HARD**
Stabilità Marshall (daN)	> 1000	> 1100	> 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	> 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	USURA NORMALE	**USURA MEDIUM**	**USURA HARD**
Stabilità Marshall (daN)	> 1100	> 1200	> 1200
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	> 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale alle temperature di 10, 25 e 40 °C (UNI EN 12697¬23/2006). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	**BASE NORMALE**		**BASE MEDIUM**		**BASE HARD**	
	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
10	1,30 - 2,20	> 140	1,40 - 2,30	> 160	1,50 - 2,40	> 160
25	0,40 - 1,10	> 60	0,50 - 1,20	> 70	0,60 - 1,30	> 80
40	0,20 - 0,60	> 35	0,20 - 0,70	> 35	0,30 - 0,80	> 40
	COLLEGAMENTO NORMALE		**COLLEGAMENTO MEDIUM**		**COLLEGAMENTO HARD**	
	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
10	1,40 - 2,30	> 150	1,50 - 2,40	> 160	1,60 - 2,50	> 160

25	0,50 - 1,10	> 70	0,60 - 1,20	> 80	0,70 - 1,30	> 80
40	0,25 - 0,70	> 40	0,25 - 0,80	> 45	0,30 - 0,90	> 45
	USURA NORMALE		**USURA MEDIUM**		**USURA HARD**	
	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
10	1,50 - 2,70	> 160	1,50 - 2,80	> 160	1,60 - 2,90	> 160
25	0,70 - 1,20	> 80	0,70 - 1,30	> 80	0,80 - 1,40	> 80
40	0,30 - 0,8	> 45	0,30 - 0,90	> 50	0,40 - 1,00	> 50

Modulo complesso (E)

Sulla miscela definita, a tre temperature 0 °C, 10 °C e 20 °C ed alle frequenze di 10, 15 e 30 Hz, con idonei sistemi dinamici, deve essere misurato il modulo complesso E* in Mpa del conglomerato (UNI EN 12697-26).

La determinazione dei moduli complessi avrà la funzione di fornire elementi numerici al progettista dell'intervento, ed un riferimento al controllo non distruttivo in sito.

Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "Normale", "Medium" e "Hard"

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza per l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto dal paragrafo 0.

Miscele di usura con impiego di argilla espansa

Le miscele di usura confezionate con inerti di argilla espansa, conferiscono alla superficie stradale incrementi di caratteristiche di aderenza rispetto alle miscele con soli inerti naturali, ed una certa media fono-assorbenza.

Aggregati

Valgono le stesse prescrizioni indicate dal paragrafo 0 e per i conglomerati tradizionali con l'aggiunta dei seguenti requisiti per le argille:

- argilla espansa di tipo "resistente" pezzatura: 3/11mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento >2, MPa (UNI EN 13055-2).;
- valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) > 65.

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

Confezione delle miscele

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 14	100
" 10	82-93
" 6,3	57-77
" 4	39-59
" 2	25-38
" 0,5	12-22

" 0,125	7-13
" 0,063	6-10

Il tenore di bitume, di tipo Normale, Medium o Hard, (paragrafo 1)del tipo "A" riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso.
Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 3/11mm. la percentuale di trattenuto al setaccio UNI da 8 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al setaccio UNI con apertura 2 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso.
L'utilizzazione di percentuali maggiori o minori di argilla espansa, con diverse caratteristiche meccaniche, di composizione e/o granulometriche per impieghi non specificati dalle presenti N.T.A., devono essere definite di volta in volta in fase di studio e di progetto con la D.L.

Requisiti di accettazione
Il conglomerato così composto deve rispondere agli stessi requisiti richiesti per le miscele di Usura senza argilla (paragrafo 2), confezionate con bitume di tipo Normale, Medium o Hard, (paragrafo 1).

Posa in opera delle miscele
Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (paragrafo 0). Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere, in termini di assorbimento a, pari almeno a 0,2 alle frequenze di campionamento di 600 Hz e 0,3 alle frequenze di campionamento di 800 e 1000 Hz. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA. o similari.

4. Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti drenanti - fonoassorbenti

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D.F. (Conglomerati Drenanti Fonoassorbenti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque di pioggia ed un fonoassorbimento per risonanza delle onde sonore generate sulla strada, selettivo delle frequenze a seconda delle dimensioni volumetriche delle cavità presenti. Se usati sulla superficie dalla pavimentazione, influiscono sull'intensità del rumore emesso dal rotolamento dei pneumatici, oltre all'assorbimento dello stesso, come detto in precedenza. Sono anche usati per la funzione di trattenimento, temporaneo o permanente, delle sostanze inquinanti, polveri o particolati, emessi dai veicoli e trascinati dalle acque di pioggia. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o sintetici, salvo specifica indicazione

Prescrizioni generali
Vedi punto precedente

Penali
L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nel paragrafo 0 delle presenti NTA riguardano le caratteristiche del prodotto finito misurate con mezzi ad alto rendimento, aderenza, regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante, emissione sonora (sperimentale), fonoassorbenza e prove volumetriche.

<u>Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale</u>

Descrizione
I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie, loppe ecc.), in diverse combinazioni percentuali, impastati a caldo con bitume tipo "Hard", in impianti automatizzati, di tipo continuo

(Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura) ecc.. I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. Caratteristiche prestazionali dei porosi: le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente al rumore ed allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscele	Tipologia	Spessori (cm)	Drenabilità	
	Mono strato Bistrato		Alta	Bassa
Usura Drenante	X	4-5	X	
Usura Drenante strutturale	X	4-5	X	

Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui al paragrafo 0 e tab. 50.1.4.

Attivanti chimici di adesione

Vedi punto precedente

Materiali inerti

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) > 45, una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente SI<10 e FI<10.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibro-finitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti trasversali e longitudinali, questi ultimi preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,6 kg/m^2 e 1,5 kg/m^2 di mano di attacco costituita da bitume di tipo "Hard" (paragrafo 0 e tab.50.1.4.).
In condizioni ambientali particolari che non permettono una buon adesione tra il piano di posa e la mano d'attacco, previa autorizzazione da parte della DL, potrà essere impiegata in alternativa un'emulsione bituminosa con legante tipo "Hard" garantendo le stesse quantità di legante sopra previste.
Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura della superficie stradale (misurata in una zona vicina ma non interessata dai lavori) sia inferiore a 10° C
La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici con massa non superiore a 140 kN e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 100 kN per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.
Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo paragrafo 0
Al termine della compattazione lo strato deve avere una percentuale assoluta dei vuoti compresa tra il 20% e 25% valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nel paragrafo 0.

Prescrizioni progettuali

Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiori a 2 mm.
Per le miscele: 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.
(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà concordata di volta in volta con la Direzione Lavori.

Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiori a 2 mm.
Per le miscele: 100% di inerte frantumato (*).
(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

Los Angeles
La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere < 18% in peso.

Sensibilità al gelo
La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere < 1%.
In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere < 20%.

Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix
Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata (UNI EN 1097-8), con esclusione delle sabbie, deve risultare > 40 (prescrizione minima sul materiale).
Il valore del VL medio di riferimento, denominato VLmix, calcolato come di seguito specificato, della miscela inerti > 5 mm deve essere > 46 (prestazione sulla miscela degli inerti).
Il valore VLmix degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 5 mm per ciascuna pezzatura impiegata ad esclusione delle sabbie.
Calcolo del valore VLmix :

- si misurano le MVA (massa volumica apparente) di tutte le pezzature, ad esclusione delle sabbie;
- la somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 5 mm;
- le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

Coefficiente di imbibizione
Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature deve essere < 0,015% in peso.

Coefficiente di forma
I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

Equivalente in sabbia
L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati >70 % (UNI EN 933-8).

Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la D.L. si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il APA deve essere > 5°C (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
  - setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%;
  - setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%;
  - setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI CEN ISO/TS 17982-12).

Argilla espansa - Resistenza del granulo allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)

usura drenante: argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 > 3,5MPa

usura drenante strutturale: argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 > 3,5MPa

Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie setacci UNI EN 933-1	Drenante	Drenante strutturale
20	100	100
14	88 - 100	85 - 94
10	37 - 60	38 - 53
6,3	5 - 19	13 - 26
2	4 - 10	8 - 15
0,5	4 - 8	6 - 12
0,25	4 - 8	6 - 10
0,063	4 - 8	4 - 8
Spessore (cm)	4-5	4-5

Bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nel paragrafo 0, tab. 50.1.4., deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante- Drenante strutturale: 5,0% - 6,0%.

Nel caso di impiego di inerti particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere incrementata.

Fibre (minerali o miste)

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre di natura minerale (vetro) o miste (vetro + agglomerante) in percentuale compresa tra 0,3% e 0,5% in peso di fibra riferito agli inerti - “Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)”.

Requisiti di idoneità

Prove volumetriche e meccaniche

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004). Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall. Per tutte le miscele la Massa Volumica Apparente (peso di volume) viene misurata geometricamente.

Pressa giratoria

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale ,KPa : 600

Dimensioni provino, mm: 100

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE
10 rotaz: % vuoti > 28	10 rotaz: % vuoti > 25
50 rotaz: % vuoti > 23	50 rotaz: % vuoti > 20
130 rotaz: % vuoti > 20	130 rotaz: % vuoti > 18

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (UNI EN 12697-23/2006): I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscele	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
Drenante	0,38 - 0,56	> 20
Drenante strutturale	0,40 - 0,60	> 22

Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto previsto dalle NTA, sulla tratta interessata, devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dal paragrafo 0

I valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 50 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall e la percentuale dei vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) deve risultare:

	Drenante, e Drenante Strutturale
Stabilità Marshall daN	> 400
Modulo di Rigidezza daN/mm	> 150
Vuoti residui in volume %	> 23

Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale (UNI EN 12697-23) alle temperature di 10, 25 e 40 °C.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	Drenante, Drenante strutturale	
	Rt N/mm^2	CTI N/mm^2
10	0,70 * 1,00	> 70
25	0,25 * 0,40	> 30
40	0,1 * 0,2	> 15

Capacità drenante

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilimetro a colonna d'acqua o con permeabilimetro installato su mezzo ad alto rendimento, entro 14 gg dall'apertura al traffico. I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscele	Capacità drenante (litri/min.)
Drenante	> 20* 30
Drenante strutturale	> 15* 30

I valori del permeabilimetro verranno riportati a quelli del misuratore a colonna, in modo da individuare le quantità equivalenti.

Modalità per la determinazione della capacità drenante su strati superficiali di pavimentazione

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, del sistema di misura della permeabilità di strati superficiali di pavimentazione.

La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico con dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione in esame e riempito con acqua. II tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per la esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni di seguito riportate:

- contenitore cilindrico (permeabilimetro);
- mastice o silicone per il fissaggio del permeabilimetro sulla pavimentazione;
- peso non minore di 5000 g.

DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilimetro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilimetro che rappresenta l'area di prova. Tolto il permeabilimetro dall'area tracciata, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilimetro; non appena il livello dell'acqua arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il

permeabilimetro fino al bordo superiore, facendo in modo di far tracimare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua e sceso fino allo zero di gradazione.

Il rapporto tra la quantità d'acqua (in dm^3 nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in dm^3/min.

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

Si riportano di seguito i criteri di misura affinché le VERIFICHE DI DRENABILITÀ siano statisticamente significative :

Effettuare (per siti di stesa di almeno 10.000 m^2 - pari ad 1 km di carreggiata su tratte a 2 corsie) almeno n.6 "Punti di Misura" di drenabilità distanziati di circa 50 m ed alternati sul lato dx/sx della/e corsia/e oggetto delle verifiche (è opportuno, compatibilmente con le condizioni di segnaletica a disposizione, valutare tutto l'insieme delle corsie interessate) -Vedi schemi sottostanti -.

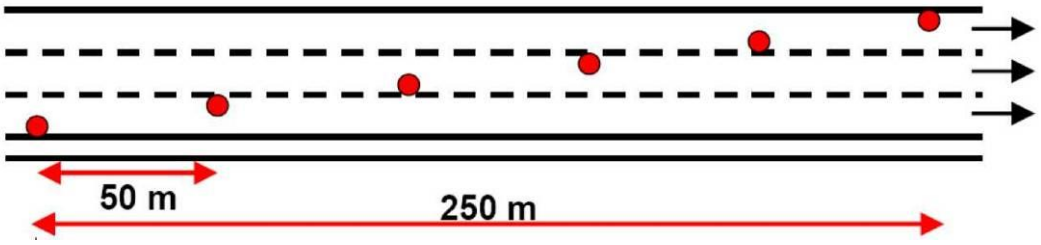
Per ciascuno dei "Punti di Misura" dovranno essere effettuate n.2 prove di drenabilità, da cui deriverà un Valore Medio rappresentativo della capacità drenante del "Punto di Misura".

Non è consentito (risultati anormali) eseguire le prove in corrispondenza del giunto longitudinale di stesa o dei giunti trasversali di ripresa lavori

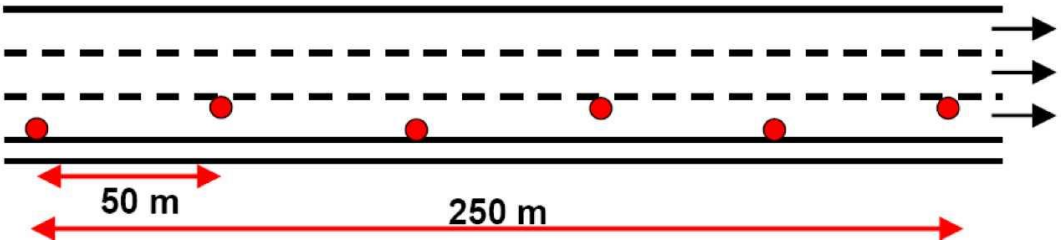
Il DATO da utilizzare per la valutazione delle Performance sarà costituito dalla MEDIA dei 6 Valori Medi ricavati per ciascun "Punto di Misura", relativo pertanto ad un tratto di corsia lungo almeno 250 m ("sezione di misura").

Per siti di dimensioni maggiori, ripetere tale "set" di prove un numero di volte proporzionale all'estensione, allocando alternativamente la "sezione di misura" su tutte le corsie lavorate.

L'esecuzione delle prove deve avvenire a ridosso dei lavori di stesa (così da sfruttare le segnaletiche del cantiere in atto anche per i test di drenabilità) od al massimo entro 14 gg dal termine della stesa stessa (questo caso - da evitare il più possibile - comporta l'aggravio di dover predisporre nuove segnaletiche). Tale modalità di controllo renderà omogenee e confrontabili le misure eliminando effetti di "invecchiamento" dello strato. Inoltre consente comunque di gestire in "real time" eventuali problematiche insorte.



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sull'intera carreggiata a tre Corsie



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sulla sola corsia di marcia o nel caso di indisponibilità della chiusura al traffico delle altre corsie interessate dall'intervento.

RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in lt/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame. (0.8-M.2)*M rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

Caratteristiche di fono-assorbenza

La fono-assorbenza deve essere misurata in sito mediante metodo dell'impulso riflesso eseguito con il veicolo RIMA, dopo il 15° giorno della stesa delle miscele, i valori dei coefficienti di fono-assorbenza . devono essere quelli riportati in tabella, per almeno 5 delle 8 frequenze indicate:

Miscele	Frequenza (Hz)							
	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Drenante + Drenante strutturale	a > 0,10	a > 0,13	a > 0,15	a > 0,21	a > 0,32	a > 0,33	a > 0,27	a > 0,26

In via sperimentale potranno essere effettuate misure di rumore emesso al rotolamento ERNL (*Evaluated Road Noiseness Level*) basate sulla microprofilo delle superfici secondo la formula:

$$ERNL = 60 + 0.39 \times LT80 - 0,13 \times LT5 \ (dB(A))$$

5. Trattamenti superficiali d'irruvidimento

Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)

Descrizione

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita. La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato. La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

Inerti

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/1999), minore del 18%; inoltre il valore di levigabilità VL determinato su tali pezzature deve essere maggiore od uguale 46 (UNI EN 1097-8/2001), la porosità minore od uguale a 1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione < 0,015(CNR Fasc.IV/1953), i coefficienti di forma "SI"(UNI EN 933-4/2001) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3/2004) dovranno essere minori o uguali al 10%, la sensibilità al gelo minore od uguale a 20% per la perdita in resistenza (UNI EN 1367-1/2001) e <_1% perdita in massa (UNI EN 1367-1/2001), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione dovrà essere al 100%. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999), eseguita su granulato della stessa provenienza, perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate ai setacci ISO 3310 con apertura maggiore di 2 mm non deve superare, nella curva granulometrica finale, il 10% in peso, quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di VL. minore od uguale a 43. L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere maggiore od uguale a 70% (UNI EN 933-8).

Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti all'art. precedente punto ”Additivi”.

Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Setacci Serie UNI-EN 933/1			
14 passante %	100	100	100

10 " "	90-98	91-97	100
6,3 " "	72-87	72-88	100
4 " "	52-73	53-74	84-100
2 " "	36-54	35-54	60-84
0,5 " "	16-30	16-30	24-40
0,125 " "	6-14	6-15	8-16
0,063 " "	4-10	4-11	6-11

Miscele con spessori finali diversi devono essere concordate di volta in volta con la D.L.

Malta bituminosa

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsionamento (paragrafo 1 31.1., tab.50.1.5).
Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume di tipo "F" (paragrafo 0, tab.50.1.5.1).
Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.
Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, deve essere in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m^2	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa;
- tramoggia degli aggregati lapidei;
- tramoggia del filler;
- dosatore degli aggregati lapidei;
- nastro trasportatore;
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa;
- spruzzatore dell'acqua;
- mescolatore;
- stenditore a carter.

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore;
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo;
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità;
- aggiunta dell'emulsione bituminosa;
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto;
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter;
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati. In alcuni casi, a giudizio della D.L., si dovrà procedere ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.
In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1kg di sabbia per m^2 di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.
Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.
In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.
La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibrorinforzati

Descrizione
Il microtappeto fibrorinforzato a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (paragrafo “Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)” ,tab. 50.1.8.2.) da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).
La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.
La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

Inerti
Valgono le prescrizioni paragrafo “Inerti”

Additivi
Valgono le prescrizioni paragrafo “Additivi”.

Miscele

Valgono le prescrizioni paragrafo “Miscele”.

Fibre minerali

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0 %.

Malta bituminosa

Valgono le prescrizioni paragrafo “Malta bituminosa”.

Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/ m^2	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

Confezionamento e posa in opera

Vedi punto “Confezionamento e posa in opera”.

Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione

Descrizione

Il trattamento consiste nell'operazione di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, tramite resina bicomponente (paragrafo 0, tab 50.1.9.) da applicare sulla pavimentazione preesistente.

Materiali inerti

L'inerte di tipo naturale o artificiale deve essere privo di materiali rigonfianti e preventivamente approvato dalla D.L., e rispondere ai seguenti requisiti:

- la perdita alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) deve essere minore od uguale a 22%;
- il valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) deve essere maggiore od uguale a 52.

Legante

Il legante deve essere una resina bicomponente (paragrafo 0, tab 50.1.5.); i due componenti devono essere miscelati nel rapporto 2:1 in peso al momento dell'impiego e lavorati a temperature adeguate.

Posa in opera

Preventivamente la superficie della strada deve essere vigorosamente spazzolata, per togliere la polvere e qualsiasi corpo estraneo. Inoltre non devono essere presenti macchie di umidità sulla superficie, eventualmente da rimuovere mediante getto d'aria calda.

Eventuali presenze d'olio sulla superficie stradale devono essere rimosse usando una soluzione detergente, seguita da un risciacquo con acqua pulita.

Le strisce esistenti della segnaletica orizzontale, di materiale termoplastico, devono essere asportate mediante irradiatura e/o bocciardatura.

Prima dell'esecuzione del trattamento (soprattutto in galleria) va eseguito un controllo sulla superficie da trattare per verificare che non ci siano macchie d'acqua che devono venir rimosse con getto d'aria calda.

I due componenti della resina devono essere portati a temperature idonee per facilitarne lo spruzzaggio, secondo le prescrizioni del fornitore.

La resina deve essere spruzzata sulla superficie stradale tramite un sistema a bassa pressione controllato elettronicamente che consenta un continuo monitoraggio dei parametri di miscelazione dei due componenti e quello di stesa da parte dell'operatore e che indichi istantaneamente con segnale sonoro e visivo la presenza, e la possibile causa, di una anomalia nel circuito.

Il rapporto stechiometrico deve essere mantenuto entro una tolleranza dell'1 % (espressa come percentuale del volume totale); il sistema di miscelazione dinamico e statico, deve garantire una perfetta uniformità di miscelazione dei due componenti la resina, miscelandoli intimamente.

Il sistema computerizzato di controllo deve essere in grado di fornire alla D.L. uno stampato per la determinazione delle quantità di materiale impiegato.

Sulla macchina spruzzatrice deve essere presente un serbatoio aggiuntivo di prodotto atto al lavaggio del circuito di spruzzatura che garantisca una perfetta pulizia delle parti interessate senza disperdere nell'ambiente i prodotti di lavaggio.

Le quantità espresse in kg/m^2 di resina e di graniglia da applicare sulle pavimentazioni sono in funzione del piano di posa interessato e della granulometria della graniglia da utilizzare e devono essere comprese nei seguenti limiti:	RESINA Kg/m^2	GRANIGLIA (dopo pulizia) Kg/m^2
Granulometria % mm:	0.9-3.0	5-10
Granulometria 2/3 mm:	0.7-3.0	4-9

N.B.: Le quantità dei materiali impiegati dovranno essere approvate dalla D.L. in funzione della tessitura superficiale della pavimentazione. La graniglia deve essere distribuita accuratamente attraverso una idonea attrezzatura approvata dalla D.L. I pneumatici del veicolo per la graniglia devono essere di larghezza adeguata per prevenire una eccessiva concentrazione del carico del mezzo sulla superficie trattata. Il veicolo spandigraniglia deve avere la possibilità di controllare e variare la quantità della graniglia distribuita.

Irruvidimento con macchina pallinatrice

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditici a secco denominate pallinatrici che non lasciano superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale e trasversale, per non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l'effetto rotaia. I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e reimpiegati previa eliminazione delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da incrementare comunque i valori di HS ed ottenere il massimo incremento possibile per il CAT, in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato.

<u>Controlli prestazionali e relative penali</u>

Per i materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi, se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità).
Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquantapercento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Conglomerati : Durata a fatica	Non inferiore a quella del c.b. di riferimento	Art. 31.2.1.3 Art. 31.6.2.1	10%
Conglomerati : Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art.31.2.1 Art. 31.6.2.2	10%
Conglomerati : Posa in Opera		Art.31.3.5	5%
		Art. 31.4.2.5. Art. 31.6.2.3	
Portanza : Fondazione non legata (Modulo Elastico E) Portanza : Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	E > 1850 daN/cm^2 Moduli secondo Fig. 1	Art. 29.5. Art. 30.1.7.	10% 10 - 20%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 31.1.1.3	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Capacità drenante Usure Drenanti Fonoassorbenti : Coefficiente di Fonoassorbimento	Permeabilità inferiore a quella prescritta Valori di a secondo frequenze	Art. 31.4.4.3.6 Art. 31.4.4.3.8	10% 2% (*)

(*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)
Altre penali sono presenti nei relativi articoli, come per esempio quella della segnaletica ad alta retrorfiflessione (paragrafo ”Penali”).
Dettagliamo nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Committente (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente) e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso

Portanza: Requisiti
Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D/H.W.D (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla D.L. e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.
Per una maggiore precisione nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento denominata ARGO.

Per la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume > 10 cm), le prove di deflessione dinamica avverranno su pavimentazioni nuove o con il pacchetto degli strati legati a bitume completamente rinnovato.
Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 10° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato e prima dell'apertura al traffico.
Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma "BACAN" (che verrà utilizzato dalla committente interpretando anche prove deflettometriche effettuate da "terzi") ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C. secondo curve di correzione proposte dalla committente.
Le prove dinamiche tipo F.W.D./H.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 30°C. Le misure di F.W.D./H.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 mt di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 mt. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm^2, ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D./H.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al "BACAN".

Portanza: Penali

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella:

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello Strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm^2 a 20°C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
E > 150000	Detrazione del 15%
120000< E< 150000	Detrazione del 10%
55000< E< 120000	Prestazione valida
45000 < E < 55000	Detrazione del 10%
35000 < E < 45000	Detrazione del 20%
30000 < E < 35000	Detrazione del 50%

Nel caso in cui il modulo riscontrato risulti inferiore ai 30000 daN/cm^2 il lavoro non sarà considerato accettabile, e la D.L., anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spesa dell'Appaltatore.

Aderenza e Macrotessitura: Requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro - tessitura) idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni plano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;

- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CATaut , e quello definito dalla norma CNR, denominato CATcnr, è : CATaut = CATcnr x 100) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	60
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	62
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM- TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,3 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
All'esterno di gallerie e all'interno di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure

di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m. e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m. per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.
Per la VALUTAZIONE delle CARATTERISTICHE di ADERENZA e MACROTESSITURA SUPERFICIALE si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m.) o dai valori già mediati ogni 50 mt, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata.
Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.
Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato (CAT ed HS) su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori.
Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.
Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "*mini texture meter*" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso traversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m. ed ogni 50 m. lungo ogni strisciata longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m. (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

Aderenza e Macrotessitura: Penali

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con "*mini texture meter*"), sia inferiore ai valori prescritti ridotti di una tolleranza pari al 10%, per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.
I valori della soglia di non accettabilità sono :

- CAT = 40
- HS = 0,25 mm (eccetto i binder provvisori per i quali vale il valore prescritto in tabella)

Qualora i valori medi di CAT o HS, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con "*mini texture meter*"), siano inferiori o uguali ai valori ritenuti inaccettabili, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari almeno al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Regolarità: Requisiti

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:
Indice I.R.I. (*International Roughness Index*), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 -The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m. nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, inferiore a 2,0 mm/m. nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

A discrezione della Direzione Lavori potrà essere richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m. :	CP2,5 < 80	CP2,5 < 120
Da 2,5 m. a 10 m. :	CP10 < 160	CP10 < 240
Da 10 m. a 40 m. :	CP40 < 320 (valore consigliato)	CP40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per :

- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH
- Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- Conglomerati Bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- Conglomerati Bituminosi con inerti chiari, irradiati
- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- Conglomerati Bituminosi drenanti e drenati strutturali (tipo CBD, CBDS)

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.
Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.
I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m. a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP2,5-CP10-CP40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m., rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.
Per la VALUTAZIONE della CARATTERISTICA di REGOLARITÀ SUPERFICIALE, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m.), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".
I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.
Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'Indice IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Regolarità: Penali

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m., non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono : IRI = 3,5mm/m. CP2,5 = 160 CP10 = 320.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5 e CP10 per tratte da 100 m., sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Regolarità dei giunti: Requisiti e penali

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 -The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Le misure profilo longitudinale dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI verranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m.) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è: IRI = 7 mm/m.

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

<u>Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi</u>

Durata a fatica

Le prove di durata a fatica (norma UNI EN 12697-24 all.E) andranno svolte su provini cilindrici da pressa giratoria (150mm) e/o ottenuti da carotaggi (stesso diametro), in genere per i conglomerati bituminosi di base; potranno essere applicate anche ad altri tipi di conglomerati chiusi.

Le prove verranno effettuate con modalità brasiliana (trazione indiretta su provino appoggiato sul fianco).

Il risultato ottenuto in termini di numero di cicli alla temperatura di controllo di 10 °C su di un primo provino, dovranno essere superiori o uguali a quelli del materiale di riferimento rappresentato da una curva log N / log a alla stessa temperatura. Se non si otterrà questo risultato sul primo provino, la prova andrà ripetuta su un secondo; se si avrà per esso un risultato negativo (inferiore al riferimento) si applicherà la penale; se positivo si effettuerà una terza prova, che darà luogo alla penale se negativa.
In tale caso lo strato oggetto di prova (ed il pacchetto che lo ricopre) verrà penalizzato del 10% del suo costo : tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova di fatica.

Caratteristiche della miscela

La non rispondenza (uno o più parametri non conformi) ai requisiti meccanici (Rt e CT), Volumetrici, Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi paragrafo 0 e successivi) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova.
Tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

Posa in opera della miscela

Come specificato ai paragrafi 0 e “Fibre minerali”, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari 5% del costo dello strato.
Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.
La D.L. rileverà per tutti gli eventi di questo tipo, i seguenti dati : ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.
La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori (ad es. : incidenti, code, ordini della P.S., etc.).

Spessori: penali

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di Progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.
Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.
L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure xi, definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \bullet \left(\sum_{i}^{n} xi^2 : \frac{\left(\sum_{i}^{n} xi\right)}{n} \right)^2}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di Progetto.

Singoli valori xi potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M.

Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati. Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di Progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di Progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure xi risultino di spessore compreso tra quello di Progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a < 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

6. Controlli

<u>Prestazioni di controllo da parte della committente</u>

L'attività inerente i controlli sui progetti, sulle idoneità delle miscele e sui rilievi ad Alto Rendimento, si svilupperà nel seguente modo:

PROGETTO DELLE MISCELE

- verifica inerti (tutti)
- verifica bitumi (tutti)
- verifica curve di progetto delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte).

CONTROLLO LAVORI

- verifiche volumetriche e compositive delle miscele con frequenza giornaliera per impianto di produzione
- verifiche sui bitumi: settimanale oppure ogni 2500 m^3 di stesa
- misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, alla Direzione Lavori con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

LA Direzione Lavori provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "*Pressa Giratoria*" (UNI EN 12697¬31/2004).
Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.
Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio indicato dalla D.L., per i conglomerati bituminosi, devono essere le seguenti:

- inerti ≤5 mm : 40kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20kg)
- inerti ≥ 5 mm : 60kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20kg)
- filler : 5kg
- bitume : 10kg

Art. 33 Impermeabilizzazione di opere d'arte

1. Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione. Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni. Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.
A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.
L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.
Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana. Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).
Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto. Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.
Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Appaltatore a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.
L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.
Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Appaltatore dovrà allontanarli a sua cura e spese.

2. Manto con membrana elastica continua in materiale epossipoliuretanico

Primer di adesione

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretanico con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura T > 293 K ed UR 65% ± 5%. Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): 1,15 ± 0,05 kg/dm^2;
- durezza superficiale: 90 ± 5 Shore "A";
- resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6MPa (UNI EN 12311);
- allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI EN 12311);
- elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI EN 12311);
- resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a T= 253 K (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109);
- adesione al supporto cementizio: minimo 3MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

Mano d'attacco per collegamento della membrana con la pavimentazione

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo (T> 453 K) in ragione di circa 0,8 kg/m^2 e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

Modalità di applicazione

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m^2.
Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.
Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanica elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto (3-5 cm) sul paramento verticale esterno.
Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.
La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m^2 (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo

alla soletta. La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.
Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature > 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m^2.
Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

3. Manto con cappa di mastice di asfalto

Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm. Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- legante: previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso). I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione. Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$\mathrm{IP} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

  dove:
  v = log 800 - log penetrazione a 298 K
  u = temperatura di P.e.A in K detratti 298 K

- filler: dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sullo miscela degli aggregati. Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15K superiore a quello del bitume puro;

- sabbia: dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075mm UNI), contenuta per il 65¬70% in peso sulla miscela di inerti;

- miscela finale: la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% (Vb-V = 5-7 in cui Vb è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale). Il mastice completo confezionato nel rispetto delle

Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10mm e max. di 14mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire. Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1a procedura

- premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483-503K;
- aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423-433K;
- mescolazione dell'impasto per almeno 5min;
- scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30min, alla temperatura di 473÷483K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2a procedura

- introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler;
- aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere

ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.
Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di
rammollimento (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.
Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m^2 salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 24 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno.
La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.
Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.
La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283K.
Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.
In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva. Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.
In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.
Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300g/m^2.
La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

4. Manto con bitume modificato con elastomeri ed armato con TNT

I lavori di impermeabilizzazione dovranno essere eseguiti a temperatura non inferiore a 10°C ed in assenza di forte umidità e di pioggia. Il piano di posa deve risultare perfettamente asciutto e privo di polvere.
L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:

- accurata preparazione delle superfici da trattare, che devono risultare compatte, asciutte ed esenti da olii. Si provvederà quindi ad una accurata pulizia generale della superficie con motosoffiatore e, se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione (operazione quest'ultima da eseguirsi con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide);

- spargimento con autocisterna termica, provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica, dotata di strumentazione in grado di assicurare l'uniformità della stesa ed il controllo di processo in tempo reale, di bitume elastomerizzato alla temperatura di 180-190 °C in ragione di 2,5kg/m^2;

- applicazione sulla zona trattata di tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto di circa 20 cm; il peso di tessuto applicato dovrà essere compreso tra 150 e 200gr/m^2;
- per completare l'adesione del tessuto non tessuto al bitume elastomerizzato nonché per l'impregnazione dello stesso al tessuto si dovrà rullare la superficie con un leggero mezzo di compattazione gommato. Ad operazione conclusa il tessuto dovrà risultare perfettamente aderente al piano di posa legante;
- spargimento con le stesse modalità di cui al punto b) di una seconda mano di bitume elastomerizzato, in ragione di 2kg/m^2;
- spargimento uniforme di sabbia di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2kg/m^2. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la consueta mano di attacco tramite emulsione bituminosa.

Requisiti di accettazione dei materiali impiegati e del manto impermeabilizzante

Caratteristiche del **bitume elastomerizzato**

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
Penetrazione a 25°C, dmm	CNR-BU n. 24/71	50-70
Punto di rammollimento, P&A, °C, min	CNR-BU n. 35/73	60
Punto di rottura FRAAS, °C, max	CNR-BU n. 43/74	- 20
Viscosità dinamica a 160°C, Pa x s	SN 67.1722a/85	> 0,45
Ritorno elastico a 25°C, %, min	DIN 52013	80
Stabilità allo stoccaggio (APen, dmm e P&A, °C), max	-	5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	ASTM D 2872	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	ASTM D 2872	+/-5

Caratteristiche del tessuto in poliestere

Il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere privo di collanti, appretti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura; dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura (stirotesturizzazione). Sono richieste le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- Imputrescibilità;
- inattaccabilità da muffe, batteri, roditori;
- punto di rammollimento PA, °C > 240;
- punto di fusione °C > 260;
- ottima resistenza ai raggi UV;
- ottima resistenza agli agenti chimici;
- ottima tenuta allo scorrimento sotto carico costante.

Dovranno inoltre essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150:

- resistenza a trazione longitudinale, N >225;
- resistenza a trazione trasversale, N >225;
- allungamento a rottura longitudinale, % >65;

- allungamento a rottura trasversale, % >75;
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >125;
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >155.

Caratteristiche del manto impermeabilizzante

Sul manto impermeabilizzante ottenuto al termine della lavorazione, dovranno essere garantite le seguenti caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150 con spessore di mm 5:

- resistenza a trazione longitudinale, N >500;
- resistenza a trazione trasversale, N >500;
- allungamento a rottura longitudinale, % >125;
- allungamento a rottura trasversale, % >125;
- resistenza alla lacerazione longitudinale, N >245;
- resistenza alla lacerazione trasversale, N >245;
- resistenza alla punzonatura, PS >3;
- adesione al supporto cementizio liscio, longitudinale, N >200;
- adesione al supporto cementizio liscio, trasversale, N >200.

5. Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume. Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera. Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. > 423K;
- punto di rottura Frass 258K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20-30dmm. La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine;
- l'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura. Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso > 300 g/m^2;
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI EN ISO 13934-1 e UNI EN 29073-3) > 18kN/m;
- allungamento (UNI EN ISO 13934-1 UNI EN 29073-3) > 60%;
- lacerazione > 0,5kN;
- punzonamento (UNI 8279-14) > 3kN;
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.
- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione). Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:
- massa areica (UNI 8202-7):
  - guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg . guaina di spessore non minore di 4 mm > 4,500 kg
- resistenza a trazione (UNI EN 12311):
  - longitudinale > 18kN/m
  - trasversale > 16kN/m
- resistenza a lacerazione (UNI EN 12310):
  - longitudinale 0,16kN
  - trasversale 0,17kN
- punzonamento statico:
  - classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
- su supporto rigido Ps4/> 25kg
- su supporto non rigido Ps4/> 25kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109) 263K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202-16) < 1mm
- impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928) > 100kPa Salvo diverse prescrizioni progettuali.

<u>Modalità di posa in opera</u>

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 33.1 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m^2, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m^2 di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

in ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

6. Manto con cartonfeltro bitumato

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m^2, alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m^2 per ogni spalmatura. Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m^2.
Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

7. Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro. La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403-413K
- punto di rottura Frass 288K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2-3 mm. L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:
    - tessuto non tessuto del peso di 300g/m2 in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
    - velo in fibra di vetro del peso di almeno 50g/m2;
    - tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50g/m2.

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali. il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m^2; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m^2.
Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.
Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

8. Manto con fogli di PVC o di gomma sintetica

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica, come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2-1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.
Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.
i fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.
I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.
i manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali medianti pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

9. Geotessile

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile non tessuto, in fibre di polipropilene o poliestere aventi le seguenti caratteristiche

Resistenze a trazione MD e CD (EN ISO 10319: 1998)	> 18 kN/m
Allungamento MD e CD (UNI EN ISO 10319: 1998)	> 50%
Punzonamento statico (UNI EN ISO 12236: 1999)	> 3 kN
Punzonamento dinamico (UNI EN ISO 918:1999)	< 10 mm
Permeabilità ortogonale al piano (UNI EN ISO 11058:2002)	> 1 x 10-3 m/s
Diametro di filtrazione(UNI EN ISO 12956: 2001)	< 80 um

Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

Art. 34 Segnaletica verticale e orizzontale

1. Premessa

Nel presente Capitolato Speciale sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale.
La segnaletica stradale verticale e orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare il livello di sicurezza e facilitando l'uso dell'infrastruttura e dei servizi da parte della clientela.
I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia, nonché a quanto previsto nelle soluzioni segnaletiche di dettaglio, ed. gennaio 1996, approvate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con lett. prot. n° 575 del 4 marzo 1996 (lett. n° 247.0614.00 del 14 maggio 1996), al presente Capitolato Speciale e a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

2. Capo I - Segnaletica verticale

Produzione

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori in possesso di un Certificato di Conformità del prodotto finito rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, come previsto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 del 11.03.1999; la data di rilascio di detto certificato non deve essere superiore a cinque anni all'atto di partecipazione alla gara e deve essere presentata nella sua stesura integrale.

Costruzione dei segnali

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

Forme e dimensioni dei segnali

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme citate in Premessa.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi Allegato al D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, Titolo II, tab. II 16 - Distanza di leggibilità in funzione dell'altezza delle lettere) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150m.

Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di ferro tipo P-AL 99,5, dello spessore 30/10mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00m^2, mentre per i cartelli con superficie inferiore a 2,00m^2 la lamiera di alluminio deve essere di uno spessore di 25/10mm.

Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato. Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
- lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375mg/ m^2 (valore medio ottimale 270 mg/ m^2) secondo la norma UNI 9921;
- lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60 e +70 °C;
- trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

Rinforzo perimetrale del cartello

Il rinforzo perimetrale deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

Congiunzioni dei panelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto al paragrafo “Traverse di rinforzo”.

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile da 1/4" sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

Traverse di rinforzo

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse, è > di 500 mm. Se la misura del cartello è < di 500 mm le traverse a C devono essere di 45x17x12 mm e su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro di cui al paragrafo “Traverse di irrigidimento”.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm.

I cartelli devono avere non meno di due traverse.

La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato. Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.
Utilizzando la traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

Traverse di irrigidimento

Le traverse di irrigidimento devono essere in ferro qualità UNI EN 10025 - S235JR, dello spessore minimo di 4 mm, piegate a C con le dimensioni di 50x25x18 mm,
Dette traverse, della lunghezza prescritta come al paragrafo “Traverse di rinforzo”, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse di rinforzo nella qualità necessaria.
Sia le traverse che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art.

Attacchi

Le traverse di rinforzo e le traverse di irrigidimento, in caso di loro utilizzo, poste sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori. Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.
Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da paragrafo “Zincatura a caldo per immersione” delle presenti Norme.

Verniciatura del cartello

La verniciatura deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una vernice a polvere a base di resine cotte al forno a temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 mm, di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni progettuali:

- con pellicola non retroriflettente (PNR);
- con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2) o di classe 2 microprismatica (CL2-mp);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica (CL2S-mp);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica trattata con materiali atti ad evitare la formazione di condensa (CL2S-mp-a);
- con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita con l'adesivo presente nella pellicola stessa.Possono essere utilizzate pellicole già colorate o pellicole bianche successivamente colorate mediante procedimento serigrafico. Gli elaborati progettuali conterranno la tipologia di pellicola da utilizzare.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche - colorimetriche e di rifrangenza -inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente. Nei cartelli di dimensioni superiori a 2 m^2 ognuna delle pellicole applicate sul cartello deve avere una superficie minima di 0,70 m^2.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. del 31 Marzo 1995 n. 1584 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995). Le pellicole microprismatiche devono in più avere caratteristiche prestazionali che soddisfino i requisiti della Norma Nazionale UNI 11122.

La Direzione Lavori può richiedere pellicole, con tecnologia microprismatica, ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità, rispetto alla classe 2, alle brevi, medie e lunghe distanze (segnaletica di cantiere);
- segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione e interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- strade ad elevata percorrenza di mezzi pesanti;
- strade con forte illuminazione ambientale.

Possono essere utilizzate le pellicole di classe 2S-ms-a , trattate con materiali atti a evitare la formazione di condensa, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario, in zone soggette a tale evento atmosferico. Dette pellicole debbono essere accompagnate da una relazione tecnica, relativa alla valutazione delle effettive proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura come previsto dal D.M. 31.03.1995.

Per la realizzazione dei cartelli contenenti il marchio TELEPASS o per quelli a fondo giallo della cantieristica deve essere utilizzata una pellicola di classe 2S-mp fluoro-rifrangente rispondente alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 11122 nel prospetto 2 (tabella 1) per il colore ed al prospetto A2 (tabella 2) per le caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

Tabella 1 - Coordinate cromatiche e fattore di luminanza in condizioni diurne di pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti

Colore	Coordinate cromatiche					Fattore di luminanza ß
Giallo		1	2	3	4	> 0,5
	X	0,545	0,487	0,427	0,465	
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534	

Tabella 2 - Coefficiente di retroriflessione R' (cd/lux m^2) minimo per pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti nuove

Angolo di osservazione a [°]	Angolo di illuminazione	Giallo Fluo
0,33	5	180
1,0	5	21
1,5	5	9
0,33	20	144
1,0	20	18
1,5	20	7,8

0,33	30	99
1,0	30	12
1,5	30	5,4
0,33	40	18
1,0	40	2,0
1,5	40	1,0

Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura come da paragrafo “Verniciatura del cartello”, devono essere chiaramente indicati: il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il marchio dell'Organismo di certificazione e il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 0,02 m^2.

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

Costruzione delle strutture

Norme progettuali di riferimento

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo deve assumersi come riferimento l'apposita normativa in materia.

Nella costruzione di profilati di acciaio formati a freddo, si devono rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impegnati.

Sostegni per cartelli

I sostegni devono essere in ferro tubolare qualità UNI EN 10025 - S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
90	4,0	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da paragrafo “Zincatura a caldo per immersione” delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di Progetto, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Portali e strutture in acciaio

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in ferro qualità UNI EN 10025 - S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme UNI EN 1011-1.

La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

Le piastre di collegamento tra il montante della struttura e quella di connessione con i tirafondi devono essere unite secondo le indicazioni di volta in volta indicate nel Progetto; il tipo di ferro impiegato deve essere della qualità EN 10025 - S275JR.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 3269.

L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B 44K. L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20m. I portali devono essere zincati a caldo come previsto dal paragrafo “Zincatura a caldo per immersione” delle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.

Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di Progetto.

Eventuali altre soluzioni progettuali devono essere approvate dalla Direzione Lavori.

Strutture su pensiline

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione per segnalare le modalità di riscossione del pedaggio devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità UNI EN 10025 - S235JR. La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI EN ISO 898-1. Devono essere prodotti alla Direzione Lavori i calcoli statici e i disegni costruttivi di ogni singola struttura.

Strutture per segnali su New Jersey

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m^2, sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in ferro, qualità UNI EN 10025 -S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare di 200 mm, di 76 mm di diametro, di 4 mm di spessore, alla cui estremità inferiore deve essere saldata una piastra in ferro di 100X100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40X24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

New Jersey con foro verticale

Alla piastra in ferro, di 100X100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm. II bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di 100X150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

New Jersey con foro orizzontale

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

New Jersey senza fori

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

Supporto per sostegni su barriera metallica

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria. Per quei casi particolari e puntuali, dove i manufatti previsti nel presente Capitolato Speciale non sono applicabili, La Direzione Lavori deve determinare la tipologia di attacco più idonea. L'installazione di segnali in galleria, consentita solo su sostegni a parete o in volta, deve utilizzare staffe in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, idonee alla parte di manufatto sulla quale devono essere fissate.

Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nel presente Capitolato Speciale devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione. Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968. Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 EN 1179/05.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m^2		Spessore dello strato di zinco um	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe 0 60 e 0 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari 0 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
D	300	250	43	36

Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm				

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- determinazione della massa dello strato di zinco;
- qualità dello zinco;
- spessore dello strato di zinco;
- uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- aderenza dello strato di zinco.

Posa in opera

Caratteristiche generali

Visibilità dei segnali

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli. Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente dall' art. 39 del D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) nonché dall'art. 79 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610. Per i segnali di indicazione tale distanza è di 250 m

Distanza dalla carreggiata

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

Altezza dalla pavimentazione

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,50 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori. L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m. In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

Installazione della segnaletica

L'installazione della segnaletica al lato della carreggiata deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°. I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

Posa in opera degli impianti su terra

Nella posa in opera di tubolari in ferro di sostegno su terra si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento non inferiore alla classe Rck 20 MPa delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m.

Nei casi in cui non si ritenga idonea, per la stabilità dell'impianto, la fondazione sopradescritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla. Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti. L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.
Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.
Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.
Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso. Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.
Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico che sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente piano di posa.

Posa in opera di portali, monopali e strutture in acciaio

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da Progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa. Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.
Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere determinate dall'Appaltatore, tenendo presente che l'alloggiamento della struttura ai basamenti deve avvenire mediante flange e relativi tirafondi; devono essere prodotti alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli. Le parti costituenti il traliccio dovranno essere unite impiegando bulloneria rispondente alla norma UNI 3740-1 classe 8.8.
Tutte le unioni bullonate dovranno essere testate ai valori prescritti negli elaborati progettuali. Nel caso di portali e monopali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.
La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su strutture già zincate.
La piastra e i tirafondi con relativi dadi devono essere protetti dagli agenti atmosferici e corrosivi mediante l'applicazione di silicone.
Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

Posa in opera di strutture per pensiline

La struttura deve essere ancorata alla pensilina mediante staffe in acciaio opportunamente dimensionate, barre filettate o bulloni; le dimensioni e il numero per garantire il suddetto ancoraggio devono essere determinate dal progettista a seconda dei diversi tipi di pensilina utilizzati, producendo alla Direzione Lavori i relativi calcoli e disegni.
La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.
Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.
Sulle pensiline di vecchia costruzione si dovrà prestare particolare attenzione nell'installazione delle strutture, evitando di causare danni (infiltrazioni d'acqua, sfondamento delle coperture ecc.). Gli stessi, una volta accertata la responsabilità, verranno addebitati all'Appaltatore dei lavori.

Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale

Per tale installazione si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey inserendo lo spezzone tubolare, di 0,30 m e diametro 48 mm, nel foro verticale esistente. Il sostegno, diametro 60 mm, deve essere in ferro, deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e deve avere nella parte inferiore due fori passanti. Il sostegno deve essere inserito nel bicchiere, un tubolare in ferro diametro 76 mm preforato, e deve essere unito al manufatto mediante 2 bulloni M12 passanti. La testa del bicchiere deve essere sigillata con silicone o materiali similari, al fine di proteggere il manufatto da infiltrazioni d'acqua.

Il manufatto deve essere bloccato al New Jersey, usufruendo dei fori esistenti sulle facce laterali del manufatto stesso, mediante 2 bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12 x 100 che devono essere posizionati uno per faccia laterale.

Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro orizzontale

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale esistente. Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 tesata a 5.000 kg e due dadi autobloccanti, classe 8.8, usufruendo del foro passante. La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nel paragrafo “Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale”.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

Posa in opera degli impianti al new Jersey senza fori

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale che deve essere realizzato perpendicolarmente all'asse del new jersey stesso così da consentire la collocazione della barra filettata M20 tesata a 5.000 kg per il bloccaggio del manufatto alla barriera con due dadi autobloccanti, classe 8.8.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nel paragrafo “Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale”.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

Posa in opera degli impianti su paletti M100 o di sostegno del guardrail

Il tubolare di sostegno in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico, deve essere fissato al paletto M100 o a quello di sostegno del guardrail mediante due staffe in acciaio realizzate come da paragrafo “Supporto per sostegni su barriera metallica”.

Posa in opera degli impianti su punti particolari

Nel caso in cui l'impianto deve essere installato in punti non previsti agli articoli precedenti, il manufatto di ancoraggio predisposto deve essere posizionato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Segnaletica antinebbia

Nei tratti stradali classificati ad alta frequenza di nebbia può essere installata una specifica segnaletica verticale didattica che ha il compito di fornire alla clientela in viaggio indicazioni sulla condotta di guida più consona all'intensità di nebbia presente. Tale segnaletica deve essere composta da cinque tipologie di cartelli

- Tipo A: indica l'inizio del tratto antinebbia;
- Tipo B: indica gli elementi caratterizzanti il tratto antinebbia;

- Tipo C: indica la velocità consigliata in caso sia visibile al cliente un unico delineatore o semiellisse;
- Tipo D: indica la velocità consigliata in caso siano visibili al cliente due delineatori o semiellissi;
- Tipo E: indica il termine del tratto antinebbia.

I suddetti cartelli devono essere installati lungo il tratto seguento le seguenti disposizioni:

- all'inizio del tratto devono essere installati i segnali di tipo A,B,C e D;
- ogni 5 km e dopo l'ingresso dalle stazioni stradali devono essere installati i segnali B,C e D;
- la distanza tra i segnali deve essere di circa 200m;
- il termine del tratto deve essere identificato con il cartello di tipo E.

La grafica dei segnali di tipo B, C e D varia a seconda della tipologia della carreggiata, pertanto questa unitamente alle misure e al tipo di pellicola deve essere conforme a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

Numerazione delle opere soprapassanti

Per ogni opera soprapassante devono essere posizionati due impianti. Questi devono essere collocati ad una distanza di circa 40/60 m prima e dopo l'asse del cavalcavia stesso. Ogni impianto deve essere costituito da un sostegno o struttura al quale devono essere montati due cartelli (900x900 o 600x600 mm) con l'indicazione della strada e del numero progressivo dell'opera soprapassante.

La posa in opera degli impianti deve essere eseguita nello spartitraffico ed i segnali devono essere posizionati in modo tale che abbiano un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°. Solamente dove non sia possibile l'installazione dei segnali, anche di formato ridotto, sul lato sinistro della carreggiata (es. muro a retta), questi devono essere collocati sul lato destro garantendo comunque una perfetta visibilità dei cartelli sia sulla sede stradale che dal cavalcavia.

In vicinanza di cavalcavia a ridosso di gallerie, gli impianti devono essere posizionati comunque all'esterno dei tunnel. Quando due o più cavalcavia sono ad una distanza ridotta tra di loro (es. 40m) gli impianti devono essere installati a distanze inferiori a quelle prescritte e comunque a non meno di 5 m dalla proiezione del cavalcavia stesso sulla carreggiata stradale, al fine di garantire la leggibilità dei segnali dal cavalcavia.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,70m e massimo 1,80m. Fanno eccezione le targhe in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori. In nessun caso il segnale deve essere posizionato in modo tale da superare in larghezza la sagoma della barriera di sicurezza.

Qualora nello spartitraffico sia presente la rete per impedire l'attraversamento della carreggiata, i segnali devono essere collocati al di sopra della rete stessa.

La numerazione delle opere soprapassanti deve avere origine dal primo caposaldo e deve essere progressiva.

L'Appaltatore è responsabile della resistenza degli impianti.

Le opere soprapassanti sono numerate sequenzialmente secondo la Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici n°1156 del 28 febbraio 1997.

Segnali di limite massimo di velocità in caso di nebbia

I cartelli compositi di limite massimo di velocità in caso di nebbia devono essere installati sulle tratte soggette a tale fenomeno atmosferico e contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 335 del 16 febbraio 1993. La composizione grafica di tali cartelli è contenuta nel citato D.M. Le caratteristiche costruttive dovranno essere comunque conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

Segnaletica di indicazione delle modalità di pagamento

Le specifiche costruttive devono essere conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale. Le composizioni grafiche e le tipologie dei materiali da utilizzare sono contenute nell'elaborato tecnico VTP2005.

Rettifiche e rimozione

Rettifiche alla segnaletica

L'Appaltatore si deve assumere la responsabilità della perfetta conservazione della segnaletica in opera accollandosi l'incarico di eseguire le eventuali correzioni, modifiche o aggiunte sui cartelli già in opera che possono essere ordinate dalla Direzione Lavori fino al giorno del collaudo. Nel caso di piccole correzioni, l'Appaltatore deve provvedere sul posto alla modifica impiegando pellicole autoadesive. Quando sia necessario operare in laboratorio dette correzioni, queste devono essere eseguite nel modo descritto al paragrafo “Faccia anteriore del cartello”.

Le sopraccitate modifiche devono essere compensate come da Elenco Prezzi.

Il giudizio sull'esattezza del posizionamento dei segnali deve essere riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e rimane ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Rimozione della segnaletica

Gli impianti segnaletici devono essere completamente rimossi dalla sede di posa. I materiali di risulta devono essere trasportati dall'Appaltatore nelle seguenti destinazioni di ricovero:

- Magazzini indicati dalla Committenza per i profilati in ferro di qualsiasi forma e dimensione e per l'alluminio;
- Discarica autorizzata, per i basamenti di fondazione.

Deve essere, inoltre, ripristinato sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

Indicazioni progettuali specifiche

Segnali Ponte e Galleria

Le targhe indicanti i viadotti sono previste solo se la lunghezza del manufatto è > a 50 m. (fig. II 317 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495). Le targhe indicanti le gallerie sono sempre previste indipendentemente dalla lunghezza del manufatto. (fig. II 316 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495).

Itinerari internazionali

Gli itinerari internazionali (fig. II 256 art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495) devono essere indicati con le modalità di seguito indicate:

Lungo il tratto stradale

- sul preavviso di bivio, alla sinistra del capostrada o caposaldo. Qualora la lunghezza del toponimo sia tale da rendere problematico l'inserimento della fig. II art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, quest'ultima deve essere impaginata sotto il toponimo, allineata a sinistra sul pannello di sinistra del portale alla sinistra del capostrada o caposaldo;
- nel caso che un tratto stradale faccia parte di due o più "itinerari internazionali" le indicazioni di prosecuzione sui preavvisi di bivio e sui portali devono essere integrate con le due o più sigle fino al loro punto di divergenza;
- quando due strade si intersecano direttamente o tramite un'altra strada, sulla strada A deve essere data l'indicazione della strada B e si deve indicare l'itinerario di inizio della strada B.

In corrispondenza delle uscite stradali

- se l'itinerario internazionale esce dalla strada e prosegue sulla strada di intersezione:
    - sul preavviso di bivio, inserito nel tratto orizzontale della freccia a destra, prima del nome della stazione o dello svincolo;
    - sul pannello di destra del portale, alla sinistra del nome della stazione o dello svincolo;
    - sul preavviso di bivio e sulle frecce di cuspide relativi all'intersezione esterna;

- se l'itinerario è indicato solamente sui cartelli degli itinerari esterni, il segnale di indicazione degli itinerari internazionali deve essere riportato solo sulle frecce di cuspide relative all'intersezione esterna.

In corrispondenza delle entrate stradali

- nel preavviso di bivio, sulla viabilità esterna, a sinistra dell'indicazione del tratto stradale che si andrà a percorrere;
- sulle frecce di indicazione in cuspide;

Nel caso in cui non sia possibile installare tale cartello:

- se l'itinerario internazionale è unico, per le due direzioni, non deve essere indicato su nessun cartello;
- se l'itinerario internazionale è più di uno, questi saranno indicati nei segnali di direzione posti in cuspide in entrata subito dopo la stazione.

Segnali retro-illuminati in galleria

A discrezione della Direzione Lavori all'interno delle gallerie possono essere installati, in alternativa alla normale segnaletica rifrangente, dei segnali retroilluminati (illuminati per trasparenza) sia per le eventuali prescrizioni/indicazioni di codice che per segnalare dotazioni di emergenza, colonnine SOS, vie di fuga o localizzazione luoghi sicuri.

Tutta la segnaletica utilizzata dovrà essere conforme alle caratteristiche costruttive e prestazionali previste dalla norma UNI 12899-1 del gennaio 2003 e a quanto contenuto negli articoli 156 e 157 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Codice della Strada. Qualora il segnale illuminato per trasparenza sia in avaria, lo stesso deve mantenere le sue caratteristiche colorimetriche e di rifrangenza.

Segnali per vie di fuga e luoghi sicuri in galleria

I segnali all'interno delle gallerie utilizzati per segnalare le vie di fuga o i luoghi sicuri dovranno esser conformi a quanto contenuto nel D.Leg. n°264 del 5 ottobre 2006 di attuazione della Direttiva Europea 2004/54/CE del 29 aprile 2004.

Certificazioni e prove

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori. Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in Progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma CNR UNI 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

Per le unioni saldate si dovrà produrre le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI EN 1714/05. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nel presente Capitolato Speciale.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura possono essere inviate dalla Direzione Lavori ad un laboratorio di fiducia per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione prima e dopo la verifica verranno addebitate al fornitore.

Penali

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti al presente Capitolato Speciale, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

Forme e dimensioni dei segnali
Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dalle norme citate in Premessa ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

Qualità dell'acciaio
Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

Bulloneria
Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI EN 20898 classe 8.8.

Unioni saldate
Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore tutte le strutture, sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

Zincatura
Dovranno essere applicate le penali sotto elencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto al paragrafo “Zincatura a caldo per immersione”.

Alluminio
Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

Pellicole retro-riflettenti
Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore.

Posa in opera
Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Appaltatore; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori. Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Garanzie di durata

L'Appaltatore deve comunque garantire quanto segue:

- le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 7 anni, per quelle non retro-riflettenti e retro-riflettenti di classe 1, 10 anni per quelle retro-riflettenti di classe 2, 2-mp, 2s-mp e 2s-mp-a, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;
- i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;
- la posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

Le quantità dei lavori devono essere determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi. In nessun caso devono essere tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore deve essere chiamato ad eseguire il rifacimento a sua cura e spese.
Le misure devono essere prese in contraddittorio, via via che si procede all'esecuzione delle opere, e devono essere riportate su apposito libretto che deve essere firmato dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori. Le norme da seguire nella misurazione e valutazione dei lavori devono essere:

- l'area dei pannelli di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scollatura;
- qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito nel Capitolato Speciale, la Direzione Lavori deve valutare caso per caso se deve provvedere alla contabilizzazione del pannello applicando il prezzo di elenco relativo allo spessore immediatamente inferiore oppure applicare le disposizioni dell'art. 35.2.8.1. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;
- i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi di ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;
- i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera;
- qualora per esigenze particolari si rende necessario effettuare aggiunte o modifiche di fondi, scritte o simboli su cartelli già realizzati, la misurazione dell'area dei fondi deve essere effettuata per la superficie effettiva. La misurazione dell'area delle pellicole per lettere, simboli, marchi ecc. deve essere effettuata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera o figura valutandola ai singoli prezzi di elenco.

3. Capo II - Delineatori

Delineatori stradali

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali Complementari".

Per delineatori complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1 del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

- il tracciato stradale;
- particolari curve e punti critici;
- ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti. I segnali complementari si suddividono in:
  - delineatori normali di margine;
  - delineatori speciali;
  - mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
  - isole di traffico.

Delineatori normali di margine

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada. Impiegati lungo gli assi stradali, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate. Lungo le carreggiate stradali e sui rami di svincolo monodirezionali i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi rifrangenti di colore giallo della superficie minima rifrangente di 30 cm^2 e quelli in destra uno della superficie minima rifrangente di 60 cm^2.

Sui rami di svincolo bidirezionali i delineatori in sinistra, rispetto alla corrente di traffico dovranno avere un elemento rifrangente di colore bianco e in destra un elemento rifrangente di colore rosso; entrambi dovranno avere una superficie minima rifrangente di 30 cm^2.

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale. Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di aditivi antinvecchiamento. La parte superiore di colore nero dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura o incastro a pressione.

Il materiale utilizzato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della ditta produttrice. La stabilità alle escursioni termiche deve essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei seguenti limiti:

- purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloroetilene) - il polietilene è puro se assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso;
- indice di fluidità(meltindex): 0,2 - 0,4;
- densità: 0,95;
- carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter", deve essere di 220kg/cm2; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;

- resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto deve raggiungere un minimo di 9kg/cm2; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
- la resistenza agli agenti chimici è testata con i sotto elencati agenti aggressivi:
  - cloruro di sodio al 20%;
  - cloruro di calcio al 20%;
  - idrossido di ammonio al 10%;
  - acido cloridrico al 10%;
  - acido solforico al 10%;
  - olio minerale;
  - benzina.

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame dovrà essere effettuata mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra. Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie rifrangente minima di 60 cm^2; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti verticalmente l'uno rispetto all'altro, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie rifrangente minima di 30 cm^2, ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.
Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.
Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.
I catadriotti, per essere regolari, devono seguire le seguenti norme:

- devono essere omologati dal Ministero dei Trasporti Dipartimento dei Trasporti Terrestri e devono riportare impresso il numero dell'omologazione e il nome del fabbricante;
- devono essere rettangolari con superficie minima rifrangente di 60cm2 e il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm2, rilevato a 20° di incidenza e 20° di divergenza;
- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti e infrarossi (durata della prova 72 h, lampada OSRAM ULTRA LIGHT da 1000 W, temperatura massima 65°C ± 1);
- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20°C ± 1).

Devono inoltre essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.
I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri. Il terreno intorno al paletto va compattato. I delineatori posizionati su cordoli o cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.
L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm e comunque omogenea con gli altri delineatori adiacenti.
L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottri e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima tratta anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.
Su tratte omogenee l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura minima prevista all'art. 173 comma 4 del suddetto Regolamento. In curva i delineatori vanno infittiti con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle strade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative, conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173 comma 4.

Qualora si presenti la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito elencati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restando i principi basilari prescritti dalle presenti norme.

L'Appaltatore dovrà presentare campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

- Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le seguenti caratteristiche:
    - i supporti devono essere realizzati in alluminio di spessore 20/10 mm;
    - i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima rifrangente di 10x6 cm.
- Nel caso di posizionamento su New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione.
    - detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.
- Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo.
    - dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.
- Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:
    - i supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro nello spessore rappresentato nei disegni tipo e zincato a caldo secondo quanto previsto nelle norme CEI 7.6 del luglio 1968;
    - nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guard-rail esistenti sulla rete stradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questa per mantenere costante la verticalità del dispositivo;
    - i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima di 10x6 cm;
    - devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in alcun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere e i montanti;
    - il metodo di attacco deve essere del tipo indicato negli elaborati progettuali, formato da piastra di acciaio sagomata e collegata al supporto tramite una vite a brucola del diametro di 6 mm, anche essi zincati come sopra.
- Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:
    - i supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm;
    - i catadiottri devono avere una superficie riflettente di 15x10 cm;
    - per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.
- Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da mantenere orizzontalità e altezza costante.
    - il fissaggio di detti delineatori deve esser eseguito come quello indicato per i New Jersey.

Delineatori speciali

Per delineatori speciali si intendono, secondo l'art. 174 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

- delineatori in galleria
- delineatori modulari di curva

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti norme e di seguito elencate. I catadiottri, sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni della superficie rifrangente di 15x10 cm.
In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro, con uguali caratteristiche e dimensioni, ma di colore rosso.
In destra oltre al catadiottro posto nel senso di marcia, il delineatore deve avere sul retro un altro catadiottro con uguali caratteristiche e dimensioni ma di colore bianco. In relazione alle diverse situazioni devono essere adottate le seguenti tipologie di delineatori:

a) Gallerie con guard-rail

- i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli previsti per i guard-rail a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco e devono essere installati sulla parte superiore della lama;

b) Gallerie senza marciapiede e senza guard-rail

- i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle utilizzate per delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;

c) Gallerie con marciapiede

- i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spesso 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spessore 3 mm, zincata a caldo con quattro fori;
- in detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sui quali devono essere fissati i catadiottri necessari;
- il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che, alla luce di quanto contenuto nell'art. 174 del Regolamento, in galleria la spaziatura longitudinale deve essere di 15 metri salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento sarà di 8 metri, per i primi 10 elementi; per curve con raggio inferiore a 500 metri ad una distanza di 7,5 metri.
I delineatori modulari di curva sono regolamentati dall'art. 174 comma e) del Regolamento. Devono essere impiegati nei casi in cui la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole; la stessa deve essere quindi segnalata con una serie variabile di pannelli, denominati pannelli modulari di curva Fig. II 468 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, delle dimensioni di 90x90 cm. In condizioni particolari - svincoli, rampe, ecc.

- qualora gli spazi non siano sufficienti per l'installazione del formato normale, sarà possibile utilizzare il formato ridotto 60x60 cm.

Tali pannelli devono essere realizzati in alluminio 25/10 mm, la faccia anteriore ricoperta da pellicola nera non retro-riflettente e il disegno a punta di freccia realizzato con pellicola bianca retro-riflettente di classe 2 superiore.
I pannelli devono essere distanziati di circa 15 metri ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della carreggiata, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati alla curva stessa.
Il punto di inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato o prolungato qualora se ne ravveda la necessità.

Infine, nelle strade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto di inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

Penali

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove tecniche previste dalle presenti Norme.

I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cure e spese dell'Appaltatore, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto 11.1.4, riguardo ai delineatori normali di margine, a quanto indicato per i delineatori speciali, e alle installazioni su manufatti diversi.

Dovrà invece essere applicata una penale pari al 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna.

Dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dal paragrafo “Delineatori speciali” delle presenti Norme. Per i supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nel paragrafo 0.

4. Capo III - Segnaletica orizzontale

Segnaletica orizzontale

Premessa

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve rispondere a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento. La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di materiali da utilizzare per segnaletica orizzontale le cui proprietà rispondono a differenti standard di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale viene individuato in base a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento planoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

L'Appaltatore, prima e durante i lavori, deve essere in grado di operare conoscendo i supporti su cui intervenire, i materiali da utilizzare e i macchinari con cui effettuare la messa in opera secondo quanto riportato nella Norma UNI 11154:2006.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada Direzione Lavori n° 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n° 495 del 16/12/92, così come modificato dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n° 610 e dai disegni esecutivi di Progetto.

Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

- Pitture:

Si suddividono in due famiglie:

- idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(*). L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.
- pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(*). La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.
(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

Si suddividono in tre classi di applicazione:

- per applicazioni provvisorie;
- per applicazioni poco sollecitate;
- per applicazioni altamente sollecitate.

Tratti antinebbia

Sui tratti stradali individuati come "antinebbia" la linea di margine destro può avere le seguenti caratteristiche:

- lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16.12.1992 n.495;
- a forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di Progetto.

Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.
Valori prestazionali minori a quelli richiesti sono da considerare insufficienti a garantire il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.
La segnaletica orizzontale deve essere efficiente subito dopo la posa in opera. Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- retroriflessione (Visibilità notturna);
- resistenza allo slittamento SRT Skid Resistance Tester (resistenza al derapaggio);
- tempo di essiccazione.

Il colore dei prodotti di segnaletica orizzontale è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferite al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 - 1991).
I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dalle coordinate cromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:
Punti d'angolo delle regioni cromatiche per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE 10526).
La retroriflessione della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa. Il valore minimo del coefficiente di luminosità retroriflessa in

Tipo di materiale e colore		Valore minimo R_L ($mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$)
a,b	Bianco	150
a,b(classe Y2)	Giallo	150
c	Bianco	300
c (classe Y2)	Giallo	150
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria **(cantieri di lunga durata)**		

condizioni di superficie stradale asciutta (RL) - rilevato secondo la metodologia UNI EN 1436 di cui ai successivi articoli e che dev'essere garantito per l'intera durata della vita utile della segnaletica orizzontale - è riportato nella successiva tabella in base al tipo di materiale e di colore:

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza al derapaggio creato dalla interazione tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli. Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	*Valore SRT minimo*
S1	*SRT ≥45*
Nota: SRT (British portable Skid Resistance Tester).	

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

Per le pitture il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un umidità relativa inferiore a 80%.

Il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto. Prefabbricato conformabile (laminato elastoplastico)

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione. Dopo la rullatura i laminati devono essere trafficabili.

Prefabbricati conformabili (laminato elastoplastico)

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucciolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed ad elevata resistenza all'usura.

Colore	Vertici				
		1	2	3	4
Bianco (materiali tipo a,b,c)	x	0.355	0,305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y2) (materiali tipo a,b,c)	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Blù(*)	x	0.078	0,150	0,210	0.137
	y	0.171	0,220	0,160	0.038
Geometria di lettura: 45°/0°, illuminazione a (45°±5°) e misura a (0°±1°)					
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria **(cantieri di lunga durata)**					
(*) valori definiti secondo il diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991)					

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.
- potrà essere effettuata, se ordinata dalla Direzione Lavori, anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

(L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori).

- su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, utilizzando del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebrature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

Controlli standard prestazionali dei materiali

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno.

Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- colore;
- retro riflessione;
- resistenza al derapaggio.

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di 45°±5° e un angolo di osservazione di 0°±10°. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm^2.

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm^2, ad esempio 25 cm^2.

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

- linee longitudinali

  deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo;in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

- simboli

  per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

- lettere

  per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

- linee trasversali

  per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN 1436 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione a = 2,29 ;
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2m
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65m
- superficie minima di misurazione 50cm2;
- angolo di illuminazione s = 1,24 ;
- distanza visiva simulata 30m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526.

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

- linee longitudinali

  deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro).

  In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

- simboli

  per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

- lettere

  per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.

- strisce trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester ", come previsto nella UNI EN 1436 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

II valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

Esecuzione dei lavori

La posa del materiale dipende dal tipo di prodotto da applicare al quale è associato una specifica attrezzatura. Per il controllo qualità dell'applicazione dei prodotti si deve fare riferimento alla UNI 11154:2006.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata, con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti negli elaborati progettuali.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, ad effettuare la rimozione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti ecc.).

I materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

Penali

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte, non fossero rispondenti a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti:

- certificazione di qualità

  I materiali non conformi a quanto richiesto nelle presenti Norme, non saranno accettati.

- prodotti non approvati

  l'uso di prodotti non approvati dalla Committente comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

- vita utile della segnaletica orizzontale

  durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato nelle presenti Norme.

Art. 35 Barriere di sicurezza

1. Premessa

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto:

- dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- dal decreto ministeriale 15 ottobre 1996, con il quale sono state aggiornate le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
- dal decreto ministeriale 3 giugno 1998, con il quale sono state nuovamente aggiornate le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza

- dal decreto ministeriale 11 giugno 1999, con il quale sono state integrate e modificate alcune disposizioni di carattere amministrativo del decreto 3 giugno 1998 ed apportati alcuni aggiornamenti tecnici a talune disposizioni delle allegate istruzioni;
- dal decreto ministeriale 2 agosto 2001, con il quale e' stato modificato il termine di due anni previsto dall'art. 3 del decreto 11 giugno 1999 per l'acquisto dell'efficacia operativa delle istruzioni tecniche allegate al decreto 3 giugno 1998, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 2 agosto 2001;
- dal decreto ministeriale 23 dicembre 2002, n. 3639, con il quale e' stato ulteriormente modificato il termine annuale previsto dal citato decreto 2 agosto 2001, con quello di un anno dalla pubblicazione del medesimo decreto 23 dicembre 2002;
- dalla direttiva n. 89/106/CEE, e successive modificazioni, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione; Vista la norma UNI EN 1317, parte 1, del maggio 2000, inerente «Terminologia e criteri generali per i metodi di prova» per le barriere di sicurezza stradale;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 2, dell'aprile 1998, inerente «Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza»;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 3, del gennaio 2002, inerente «Classi di prestazione, criteri di accettabilita' basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto»;
- dalla norma UNI EN 1317, parte 4, del maggio 2003, inerente «Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza»;
- dal decreto n° 2367 del 21 giugno 2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate al Decreto sopracitato.
Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal Progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il "Certificato d'omologazione" rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.
Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione. A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali da spartitraffico;
- barriere laterali;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Finalità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

Individuazione delle zone da proteggere

Le zone da proteggere per le finalità di cui al paragrafo “Finalità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”, definite, come previsto dal decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno: i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione; lo spartitraffico ove presente; il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione e' necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili): gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di Progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo. Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista.

Le barriere di sicurezza dovranno avere la lunghezza minima di cui sopra, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita. Laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo «misto» dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

In particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati. Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista.

Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili. Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel Progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione. All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità' dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto. Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5. Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in Progetto. Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto.

Documentazione "as built" da presentare al termine dei lavori

Con nota prot. 5079 del 22.11.2006, l'Anas ha definito la documentazione da presentare a fine lavori per l'ottenimento dell'agibilità della strada:

			Tipologia della strada	
Item	Descrizione	Tipologia elaborati	Vp < 70 km/h	Vp >=70 km/h
A	Relazione motivata sulle scelte **DM 223/92, art. 2, comma 1**	- Relazione Generale barriere	Non prevista	A cura di: **Progettista**
B	Tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell'ambito della sicurezza stradale **DM 223/92, art. 2, comma 1**	- Planimetria - Tipologici e particolari	A cura di: **Progettista**	A cura di: **Progettista**
C	Caratteristiche prestazionali dei dispositivi e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severita', i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto della loro congruenza con, il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti **DM 2367, art.6**	- Tipologici e particolari	A cura di: **Progettista**	A cura di: **Progettista**
D	Specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo per l'adattamento dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, alla sede stradale, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione **DM 2367, art. 6**	- Relazione di calcolo - Disegni esecutivi	A cura di: **Appaltatore** Approvato da: **Direttore Lavori**	A cura di: **Appaltatore** Approvato da: **Direttore Lavori**

E	Planimetrie as built con indicazione delle tipologie ed estesa delle medesime **Nota ANAS prot. 5079**	- Planimetria	A cura di: **Appaltatore** Sottoscritto da: **Direttore Lavori**	A cura di: **Appaltatore** Sottoscritto da: **Direttore Lavori**
F	Elaborato redatto in caso siano intervenute variazioni rispetto al progetto/perizia nel quale vengono giustificate le tipologie di barriere adottate e si riporti il calcolo delle stesse in special modo per quelle ubicate nei punti singolari (zone di transizione tra barriere di tipo diverso, barriere in corrispondenza di ostacoli fissi, ecc). **Nota ANAS prot. 5079**	Elaborati previsti agli Item A, B, C, D e E	A cura di: **Progettista** (Item A, B e C) A cura di: **Appaltatore** (Item D e E)	A cura di: **Progettista** (Item A, B e C) A cura di: **Appaltatore** (Item D e E)

Poiché è evidente che l'inviluppo della documentazione prevista dalla norma e richiesta dall'Anas nella nota citata non può essere prodotto nella vera e propria fase progettuale ma, almeno in parte (curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi, progettare le transizioni, produrre elaborati "as built", ...) dovrà essere elaborato dopo la scelta dei dispositivi di cui si prevede l'impiego e dopo la fase esecutiva dei lavori (fasi entrambe a cura dell'Appaltatore), l'Appaltatore si impegna a produrre tutta la documentazione di propria competenza come definita nella tabella sopra riportata, fornendo gli elaborati firmati da Tecnico abilitato.

2. Barriere metalliche

Accettazione dei materiali

I produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001.

I materiali componenti, i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Appaltatore e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro. L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

Qualità dei materiali

1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR, o di qualità UNI EN 10025 - S235.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

- lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,05 mm;
- lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,10 mm;
- lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa ± 0,15 mm.

3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI EN 20898.

4) Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011. In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di Progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461.
Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.
Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95.

6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 55kg/mm^2, mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce. La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230g/m^2. Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

Modalità d'esecuzione

Barriere infisse a bordo laterale e spartitraffico

La barriera sarà posizionata sul margine esterno* o in spartitraffico* in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale*13.
I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.
Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg«m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.
Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottro, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.
Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.
I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.
Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Appaltatore alcun compenso.
Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui, l'Appaltatore è tenuto a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.
Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento. In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.
Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Appaltatore è tenuto a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.
In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Committente sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.
Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento. Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Appaltatore, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Appaltatore Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione". Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.
Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore. Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore.
Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.
Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti di strada senza protezione.

Barriere per opere d'arte

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, fissati con tasselli o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.
La barriera sarà posizionata sul cordolo in calcestruzzo in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada a filo cordolo, in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale*14. In caso di presenza di traffico l'Appaltatore dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.
Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Barriere mobili per chiusura varchi dello spartitraffico centrale
I varchi presenti nello spartitraffico - nei casi in cui debbano essere dotati di barriera di sicurezza -possono prevedere due tipi di dispositivo:

- barriere amovibili con attrezzature di sollevamento (tipo NJ in calcestruzzo), per varchi di tipo operativo, che vanno aperti per lavori o altre esigenze operative legate a programmazioni precise, in adiacenza di opere d'arte, uscite stradali e simili;
- barriere mobili ad apertura rapida, apribili senza l'ausilio di attrezzature, anche da personale non esperto, per esigenze di gestione incidenti.

La barriera mobile, salvo indicazioni particolari, sarà posizionata sull'asse dello spartitraffico centrale e sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento degli elementi costituenti la suddetta barriera.

Prove - Penali

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.
La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.
II controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti. La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN 20898, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg«m.
Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992.
In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.
In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.
Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni, oppure un controllo mediante liquidi penetranti.
Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto.
Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.
Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.
Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco;
- determinazione dello spessore dello strato di zinco;
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme DIN 50018 SFW 1.0S. I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "*Kesternich*" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente. Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo. Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate ad un laboratorio indicato dalla D.L.

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

3) Penali per irregolarità d'esecuzione

Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quando indicato nel Progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

Art. 36 Opere a verde

1. Generalità

Le presenti Norme regolano l'esecuzione:

- delle opere in verde per l'inserimento della strada nel paesaggio; della sistemazione a verde, nelle aree progettualmente previste, delle stazioni, delle aree di servizio e di parcheggio, dei punti singolari, dei reliquati, della banchina centrale spartitraffico;
- degli eventuali lavori preliminari per la preparazione delle zone d'impianto;
- dei lavori di manutenzione degli impianti a carico dell'Appaltatore fino al completo attecchimento delle piante, compresivi delle sostituzioni delle essenze arboree per le eventuali fallanze.

2. Caratteristiche dei vari materiali

Conformità legislativa e standardizzazione dei prodotti

Per quanto concerne il materiale per le Opere a verde, oggetto di fornitura, questo dovrà essere conforme alla legislazione ed agli standard vigenti, e, nello specifico:

- Legge n. 269 del 22.05.1973, Disciplina della produzione e della commercializzazione di sementi e di piante da rimboschimento.
- D.M. 22/12/1993, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
- DM 31/01/1996 "Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica Italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali".
- D.Lgs 10 novembre 2003 n. 386 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione".
- D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 214 Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunita' di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
- Decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75 - Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti.
- Norme di qualità delle produzioni florovivaistiche, A.A.V.V., ISMEA 2009.
- DM 10 aprile 2013 – Revisione del Piano d'azione nazionale sul Green Public Management – Criteri ambientali minimi (Materiale vegetale da mettere a dimora, Contenitori ed imballi del materiale vegetale.
- D. Lgs. 3 aprile 2018 – Testo unico in materia di foreste e filiere forestali.
- DM 10 marzo 2020 – Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde.

Per la fornitura del materiale di produzione vivaistica, con riferimento al DM 10/03/2020 si farà preferibilmente riferimento alle aziende accreditate ai sensi del Reg. CE 765/2008.

Terreno vegetale

Il terreno vegetale proverrà dal reimpiego dello scotico del top soil (0-30 cm) che in fase di cantiere dovrà essere sistemato in cumuli di altezza non superiore a tre metri ed adeguatamente inerbito al fine di prevenire il dilavamento e la perdita di sostanza organica e nutrienti. In alternativa i cumuli potranno essere ricoperti con tessuto non tessuto per proteggerli dalla luce solare e prevenire la mineralizzazione della sostanza organica.

In caso di necessità il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti vegetali ed alle aiuole di pertinenza della viabilità, dovrà avere le caratteristiche di seguito definite.

Il suolo agrario sarà prelevato entro i primi 30 cm dal piano di campagna. I parametri minimi di qualità attesa sono i seguenti:

- Contenuto di scheletro (particelle Ø>2 mm): inferiore al 10%;
- Tessitura franca, classe 5 U.S.D.A.;
- pH range: 6 ÷ 7,8;
- Sostanza organica: > 2%;
- Calcare totale < 5%;
- Azoto totale > 1%
- Capacità di Scambio Cationico (CSC) > 10 meq/100 g
- Fosforo assimilabile > 30 ppm
- Potassio assimilabile > 100 ppm

- Conducibilità idraulica > 0,5 cm/h
- Conducibilità Ece < 2 mS x cm-1
- Rapporto C/N: 8 ÷ 15
- Assenza di parti vegetative di infestanti indesiderate

Il contenuto in composti inorganici, organici, fitofarmaci, diossine, idrocarburi ed altre sostanze dovrà rispettare i parametri di cui alla Colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale), Tabella 1 e s.m.i., allegato 5, D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale.

La terra agraria potrà essere ammendata esclusivamente con prodotti conformi alle normative vigenti e dotati di marchio di qualità riconosciuti (ad es.: Ecolabel, FSC, PEFC, CIC).
Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (top soil 0-300 mm) nel caso di tappeti erbosi;
- due diversi orizzonti (top soil 0-300 mm; subsoil 300-800 mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 1 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori accreditati per l'analisi fisico e chimica dei terreni.

Fertilizzanti

I fertilizzanti dovranno essere conformi alle prescrizioni del Decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75 - Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti e sottoposti ad accettazione da parte della D.L..
Tutti i prodotti impiegati dovranno tracciabili e regolarmente registrati per il Registro fertilizzanti SIAN del Ministero dell'agricoltura.
Per quanto concerne la fertilizzazione di impianto saranno impiegati esclusivamente fertilizzanti consentiti in agricoltura biologica, come elencati in Tabella 1 del decreto 26 marzo 2019. Aggiornamento dell'allegato 13 al decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75 recante: «Riordino e revisione delle discipline in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88, e, in particolare: Concimi organici NP, come da tabella di seguito riportata.

CONCIMI NAZIONALI

(con riferimento all'Allegato 1 del presente decreto).

Concimi organici NP (con riferimento al capitolo 5.2 dell'Allegato 1 del presente decreto)

1	2 Denominazione del tipo ai sensi del presente decreto	3 Denominazione del prodotto ai sensi del Reg. (CE) n. 889/2008	4 Requisiti aggiuntivi per l'ammissibilità in agricoltura biologica ai sensi del Reg. (CE) n. 889/2008 e della normativa nazionale	5 Condizioni per l'uso imposte dal Reg. (CE) n. 889/2008
8	Miscela di concimi organici NP		Prodotto ottenuto unicamente a partire dai concimi organici NP o NP+N "consentiti in agricoltura biologica. Riportare le condizioni d'uso ed i requisiti aggiuntivi previsti per i concimi che la compongono.	
14	Separato solido del digestato essiccato di bovino e suino miscelato a ceneri pesanti di combustione di biomasse legnose vergini	Letame. Digestato da biogas contenente sottoprodotti di origine animale codigestati con materiale di origine vegetale o animale elencato nel presente allegato. Segatura e trucioli di legno. Cenere di legno.	Effluenti animali proibiti se provenienti da allevamenti industriali Ceneri prodotte con legname non trattato chimicamente dopo l'abbattimento	

Prodotti fitosanitari

Eventuali trattamenti fitoiatrici sono soggetti all'approvazione della Direzione Lavori, dietro presentazione di una Relazione fitosanitaria sottoscritta da Consulente abilitato.

I prodotti fitosanitari di eventuale impiego, qualora non siano praticabili interventi alternativi (meccanici, fisici o biologici), avranno le seguenti caratteristiche (P.A.N., §A.5.6):

- riporteranno in etichetta l'indicazione di impiego riferita in maniera specifica all'ambito extra agricolo, come ad es. tappeti erbosi, prati ornamentali, parchi, viali e giardini pubblici, aree ed opere civili;
- non riporteranno in etichetta le indicazioni di rischio (secondo la classificazione DPD) o le corrispondenti indicazioni di pericolo (secondo la classificazione CLP) stabilite dal P.A.N.;
- non devono contenere sostanze CMR (Cancerogene, Mutagene, Teratogene) o sensibilizzanti.
- non saranno impiegati prodotti che riportano la sola dicitura "floreali e ornamentali", senza ulteriori specifiche, in quanto non sono utilizzabili in ambito extra agricolo;
- non saranno utilizzati prodotti che riportano le frasi di rischio – R - indicate dal PAN al paragrafo A.5.6.1 per gli erbicidi e al paragrafo A.5.6.2 per fungicidi, insetticidi e acaricidi.

Materiale vivaistico

Per le forniture vivaistiche, saranno effettuati, dalla D.L., i necessari controlli preventivi alla messa a dimora relativamente sullo stato fitosanitario ed alla qualità attesa della vegetazione che, ai sensi del D.M. 10/03/2020 (di seguito CAM), dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- apici vegetativi ben conformati;
- apparato radicale ben formato e con capillizio ampio e integro;
- adeguato rapporto statura/diametro;
- assenza di fitofagi o patogeni.

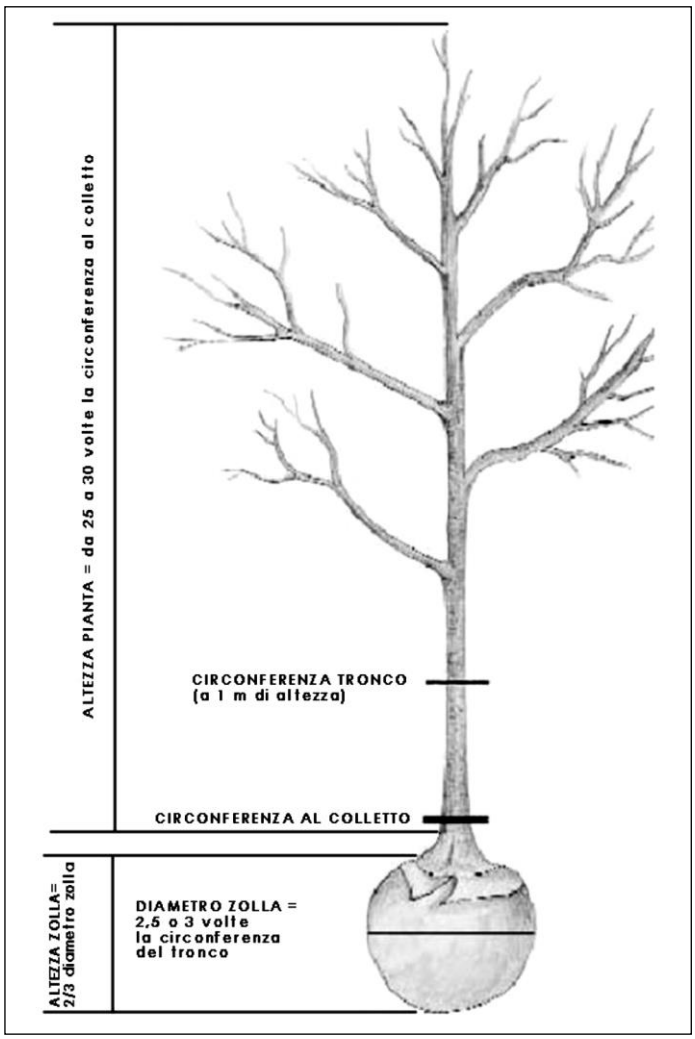
Dovrà essere, inoltre, fornita precisa indicazione sull'origine delle piante e regolare documentazione fitosanitaria.
Potrà essere richiesta in fase di accettazione del materiale vivaistico una dichiarazione del Produttore certificante:

- la conformità del materiale vegetale alle Norme di qualità delle produzioni florovivaistiche (ISMEA, 2009:,
- i sistemi di gestione ambientale adottati (UNI EN ISO 14001 / EMAS);
- le tecnologie impiegate per il risparmio idrico;
- l'impiego di substrati di coltivazione esenti da torba;
- l'impiego di fonti rinnovabili impiegate per la gestione del vivaio;
- l'adozione di un piano di gestione fitosanitario;
- l'adozione di un piano sostenibile di controllo delle infestanti;
- l'eventuale produzione biologica integrata o l'impiego di fattori produttivi biologici conformi al Reg. 834/2007;
- altre eventuali certificazioni di produzione ai sensi del Reg. CE 765/2008.

Le piante potranno essere prenotate e cartellinate nel corso della stagione antecedente la messa a dimora.

Alberi

Le alberature da porre a dimora dovranno essere state specificamente coltivate in vivaio per l'impiego prescritto. Le parti epigee e quelle ipogee dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite o sintomi di fitopatie pregresse. L'impalcatura dovrà essere regolare per tutti gli esemplari della stessa specie, la chioma dovrà essere ben ramificata con una uniforme ed equilibrata distribuzione delle branche e dei rami. L'apparato radicale dovrà essere ben accestito e ricco di ramificazioni e radici capillari. Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in zolla o in contenitori che dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante. Per gli alberi forniti in zolla o in contenitore la terra dovrà essere compatta e ben aderente alle radici. Le zolle dovranno essere ben imballate con apposito involucro in juta e rete metallica degradabile. Le eventuali piante in contenitore dovranno presentare un apparato ipogeo ben distribuito senza conformazioni anomale. Tutte le piante dovranno essere oggetto di trapianti condotti regolarmente in vivaio. Di seguito si riportano le misure ed i rapporti standard per l'accettazione delle forniture vegetali arboree in cantiere.



Standard auxometrici attesi per la fornitura di alberature in zolla

A.A.V.V. 2016. La scelta del materiale vivaistico per gli alberi della città e la definizione degli standard qualitativi. Documento del Gruppo di Lavoro per la Scelta del Materiale Vivaistico e per la Definizione degli Standard Qualitativi, Società Italiana di Arboricoltura (S.I.A.) – Onlus

Durante il trasporto, dal vivaio di produzione al cantiere, le chiome dovranno essere adeguatamente protette con fasce in materiale plastico al fine di non danneggiare le branche, come da foto seguente. Tali fasce andranno opportunamente smaltite come previsto dal DM 10 aprile 2013 (CAM Verde).

Le alberature dovranno, inoltre, essere dotate di protezione del colletto con collare in plastica e del fusto con tessuto di juta; ciò risulta indispensabile sia per la movimentazione dei soggetti arborei che per la protezione della corteccia durante il periodo di manutenzione previsto. L'irraggiamento nel corso della stagione estiva, infatti può causare, in diverse specie arboree ornamentali allevate in vivaio, danni alla corteccia per esposizione diretta al sole. La protezione biodegradabile della zolla dovrà essere costituita da un primo strato in juta ed un secondo esterno in maglia a rete in filo di ferro, preferibilmente non zincato.

Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto. Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti.

La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

Pacciamatura

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperature e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Appaltatore, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

Torba

Il DM 10 aprile 2013 (CAM Verde) prevede l'impiego di substrati colturali provenienti dal riciclo di prodotti verdi e compostaggio. L'utilizzo di Ammendanti compostati verdi o Ammendati compostai misti, in sostituzione della torba o di altri substrati di origine naturale, incrementa la sostenibilità del paesaggio.

Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione. La Direzione Lavori provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua.

Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Appaltatore dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.).

Prima del trasporto a piè d'opera l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Appaltatore dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.
Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.
Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.
Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

Pali tutori e legature

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Appaltatore dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, come da indicazioni progettuali. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro. E' preferibile l'impiego di essenze legnose naturalmente durabili (es. castagno) al posto di legno industrialmente impregnato con Sali di rame. Le legature in filo di ferro nudo non devono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa. Tutti i materiali non biodegradabili andranno raccolti e conferiti a smaltimento presso le discariche autorizzate.

3. Esecuzione dei lavori

Prescrizioni generali

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero. Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Appaltatore.
Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze stradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.
È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti.

All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde e delle aiuole stradali.

Preparazione delle aree di piantagione
Prima di effettuare gli impianti l'Appaltatore è tenuto ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate. Solo per gli impianti di cui ai successivi paragrafi 0 e 0 le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Appaltatore.

Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (inerti ed altri materiali estranei, ecc.) l'Appaltatore provvederà ad eliminare completamente tali elementi dalle aree d'impianto. In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle Prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente o secondo i Regolamenti di polizia rurale o secondo il Regolamento del verde comunale, se esistente , infine, secondo il Regolamento edilizio vigente.

Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia. Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Appaltatore dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Appaltatore dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore ornamentale presenti nell'area da sistemare. Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Appaltatore, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il Progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto. Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30 cm. La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura oppure, se necessario a seguito del costipamento del suolo, un intervento di decompattazione mediante aratura profonda o rippatura.

Nel corso di quest'operazione l'Appaltatore dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali lapidee aventi rilevanza naturalistica o ornamentale (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione.

L'esecuzione delle lavorazioni descritte dovrà essere effettuato nel corso di un periodo climatico favorente la buona riuscita delle operazioni colturali, in particolare per lo stato del terreno di coltivo il quale si deve essere in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

Ammendamento del suolo di coltivo

In occasione della lavorazione l'Appaltatore dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (max 30 cm di profondità), il compost di qualità (Ammendante compostato verde o Ammendante compostato misto) secondo le quantità previste da progetto. I substrati impiegati dovranno essere corredati da specifiche analisi fisico-chimiche, prescritte dalla DL, e dal certificato di provenienza e qualità dei materiali.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Appaltatore è tenuto a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di stesa e lavorazione.

Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Appaltatore sulla scorta dei disegni di Progetto, predisporrà, a sua cura ed onere, il tracciamento delle aree d'impianto individuando con picchetti ben visibili la posizione di alberi e arbusti e delimitando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.). Prima di procedere alle operazioni di piantagione, la DL controllerà in contradditorio con l'Impresa in corretto tracciamento effettuato.

Esecuzione degli impianti

Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni. Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e, anche in questo caso, devono comunque essere adottate le precauzioni necessarie per la conservazione del materiale vegetale in ottime condizioni vegetative evitando traumi o danni per inadeguata cura del materiale durante il trasporto e il deposito temporaneo in cantiere.

Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico dovranno avere le dimensioni minime prescritte in Progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,40 m oltre il fondo della buca.

In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante.

Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto il concime organico e quindi il substrato vegetale sul quale sarà sistemata la zolla. La buca d'impianto dovrà essere scevra da ciottoli e/o altri materiali inerti. Tutte le piante, alberi, arbusti ed erbacee, devono essere collocate in buca con il colletto al livello del piano di campagna.

Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, potrà eventualmente essere miscelato con un adeguato quantitativo di concime organico ed ammendante secondo le indicazioni di progetto.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non creare vuoti che potrebbero danneggiare e, successivamente, compromettere la verticalità della pianta.

Per le alberature ed i grandi arbusti sarà necessario predisporre al colletto una piccola conca (formella) che faciliti l'irrigazione per riempimento.

A seguito della messa a dimora occorrerà procedere alla somministrazione di acqua irrigua in buca. La quantità d'acqua per tipologia vegetale è riportata nella tabella seguente.

Tipologia vegetale	altezza del materiale	volume di acqua / individuo
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 – 8 l

Le legature tra albero e tutore dovranno essere disposte così che il tutore funga effettivamente da sostegno al fusto. La legatura va quindi disposta di norma presso l'impalcatura. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto. A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale

della specie. Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura del capilizzio radicale di nuova formazione.

Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Appaltatore deve preparare un uniforme letto di posa per le piote erbose. Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, liberandolo da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) così da risultare, a seguito della lavorazione, finemente sminuzzato ed opportunamente livellato e baulato. Prima delle lavorazioni descritte l'Appaltatore dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 l/mq di ammendante compostato.
Il materiale erboso, sia esso in rotoli o zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, senza soluzione di continuità tra le piote; in tal senso l'Appaltatore dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia ed ammendanti) al fine di sigillare i punti di giunzione. Si procederà quindi a compattare il postato mediante rullatura per evitare la presenza di sacche d'aria tra l'apparato radicale ed il substrato. Inoltre l'Appaltatore, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, somministrando ca 10 l/m^2 così da ottenere un completo bagnamento del tappeto posto in opera.

Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

- Metodo secco: l'Appaltatore è tenuto a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato e livellato come già descritto al punto precedente. Prima della fresatura superficiale l'Appaltatore dovrà somministrare almeno 50 l/mq di ammendante compostato. Si procederà quindi alla semina del miscuglio che sarà reso aderente al terreno con una successiva rullatura leggera. Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata. L'Appaltatore è tenuto a risarcire eventuali fallanze dovute al mancata germinazione ed attecchimento delle specie da prato.

- Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è inopportuno il metodo secco, potrà esser effettuata l'idrosemina. L'idrosemina viene effettuata con attrezzature aventi diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo della miscela acquosa così composta:

- acqua in quantità secondo le diluizioni prescritte;
- miscuglio di sementi di specie erbacee in percentuale di peso prevista in Progetto;
- collante cellulosico in quantità idonea al fissaggio dei semi sul suolo e alla creazione di una pellicola antierosiva superficiale, favorente la trattenuta dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo della vegetazione;
- concime organico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità previste nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori. Anche per questo metodo, l'Appaltatore è tenuto a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa

verificarne la qualità e la quantità prescritta. Restano a carico dell'appaltatore le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione e lo sviluppo delle piantine erbacee non avvenissero in modo regolare ed uniforme.

4. Manutenzione degli impianti e cure colturali

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti d'appalto, l'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese, i lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 2 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori. Il periodo di manutenzione comprende sostituzione di eventuali fallanze di piante ammalorate o deperienti.
Durante il periodo di manutenzione, l'Appaltatore dovrà offrire tutta le somministrazioni necessarie, al fine di ottenere il pieno attecchimento della vegetazione posta a dimora effettuando tutte le cure colturali e di manutenzione che si rendessero necessarie.
Per questo motivo l'Appaltatore dovrà attenersi, nel modo più scrupoloso, alla migliore tecnica che consenta di garantire appieno, l'attecchimento ed il rapido sviluppo delle piante collocate a dimora e la buona riuscita di tutti i lavori eseguiti.
Le pratiche colturali che dovranno essere eseguite dall'Appaltatore, con la tecnica più razionale e con la più sollecita tempestività, sono le seguenti:

- per la manutenzione di piante arboree, arbustive ed erbacee:
  - sostituzione fallanze;
  - ripristino conche d'irrigazione, rincalzi delle piante e ripristino tutori e ancoraggi;
  - potature e spollonature;
  - scerbature e sarchiature.
- per la manutenzione dei prati seminati e dei tappeti erbosi a strisce e/o zolle:
  - taglio del prato;
  - rinnovo di aree di tappeti erbosi.
- La manutenzione a garanzia di attecchimento prevede, inoltre, se necessario:
  - concimazioni organiche;
  - trattamenti fitoiatrici preventivi;
  - adacquamenti;
  - assolcature e ripristino danni causati da erosione.

<u>Sostituzione delle fallanze</u>

Le piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito dovranno essere sostituite, a cura e spese dell'Appaltatore, con soggetti della stessa specie e cultivar. Le dimensioni delle piante impiegate per le sostituzioni delle fallanze dovranno essere uguali o maggiori rispetto a quelle previste in Progetto e poste a dimora così da conservare l'omogeneità di sviluppo generale della vegetazione. La sostituzione delle fallanze dovrà avvenire alla prima stagione praticabile, a seguito della verifica delle fallanze stesse. A tale fine la Direzione dei Lavori, prima del riposo invernale, provvederà in contraddittorio con l'Appaltatore all'accertamento delle piante da sostituire ed alla definizione delle nuove dimensioni d'impianto. L'Appaltatore stesso avrà cura di effettuare immediatamente lo sgombero delle piante morte ed ammalorate che dovranno essere regolarmente smaltite.

<u>Ripristino conche d'irrigazione, rincalzi e ripristino tutori e ancoraggi</u>

Le conche d'irrigazione, realizzate al piede delle piante d'altofusto, devono essere tenute costantemente efficienti e pulite e, quando necessario, ripristinate.

Anche i tutori, manomessi o inservibili, dovranno essere sostituiti. Parimenti dovranno essere controllati i sistemi di legatura agli ancoraggi, per garantire la costante efficienza dei pali tutori e l'incolumità delle piante dal rischio di danni da ferite e rotture del fusto. L'Appaltatore deve, infine, provvedere al rincalzo delle piante e al ripristino della loro verticalità.

Potature e spollonature

Oltre alle normali potature da effettuarsi al momento dell'impianto per equilibrare la parte aerea con quella radicale, l'Appaltatore avrà cura di effettuare nei momenti opportuni gli interventi di potatura di formazione, di taglio di rami secchi e rimonda di parti ammalate e di spollonatura dei succhioni, il tutto al fine di equilibrare lo sviluppo delle piante.

Scerbature e sarchiature

Il terreno attorno alle piante poste a dimora dovrà risultare costantemente libero da erbe infestanti per una superficie media di 1 m^2 per ogni pianta arbustiva, tappezzante e rampicante e di 2 m^2 per ognuna di quelle a portamento arboreo.
Per le sole piante poste a dimora a semplice o doppio filare nell'aiuola centrale spartitraffico, la fascia di terreno sgombra da erbe infestanti non dovrà mai risultare inferiore a 1 m^2 per metro lineare di siepe.

- Le scerbature dovranno essere eseguite ogni volta che sarà necessario per mantenere le zone sopracitate prive d'erbe infestanti.
- Le sarchiature dovranno essere eseguite ogni qualvolta il terreno di coltura si presenta costipato, disseccato e/o invaso da vegetazione infestante.

Taglio dei tappeti erbosi

L'Appaltatore è obbligato ad effettuare lo sfalcio nelle aree in cui è stata eseguita la semina dei prati;
Le operazioni di sfalcio delle zone in cui è stata effettuata la semina dei prati dovranno essere eseguite per mantenere l'erba ad un'altezza media non superiore a 20-25 cm. Il taglio deve essere eseguito a ca.5 centimetri sopra il colletto delle piante. Per l'esecuzione degli sfalci, che dovranno essere eseguiti su cotico asciutto, l'Appaltatore potrà impiegare attrezzature mulching.

Rinnovo parti difettose prati seminati e dei tappeti erbosi

Le superfici seminate o impiantate con tappeto erboso che, per qualsiasi ragione, presentino fallanze, crescita irregolare, difettosa o comunque insufficiente, dovranno essere nuovamente riseminate o ricostituite dall'Appaltatore, nel periodo e nelle condizioni climatiche più opportune.

Concimazioni organiche

Qualora necessario, in ragione della crescita stentata della vegetazione, la DL potrà prescrivere all'Appaltatore la concimazione o l'ammendamento delle aree vegetate con i materiali più opportuni a ristabilire la crescita ottimale delle piante.

Trattamenti anticrittogamici ed insetticidi

La gestione fitosanitaria dovrà essere basata sui principi del DM 10/03/2020 (CAM Verde pubblico) e precisamente:

- Impiego prioritario di tecniche di lotta agronomica, biologica, fisica;
- Messa in atto di tecniche di monitoraggio, al fine di intervenire nelle fasi più opportune;
- Utilizzo di insetti predatori e parassitoidi;
- Eventuale impiego di prodotti fitosanitari autorizzati in agricoltura biologica e per lo specifico impiego presso le aree verdi;

- Attuazione di tutte le azioni di cautela ed informazione previsti per le aree frequentate da popolazione o da gruppi vulnerabili (Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari);
- Personale in possesso di certificato di abilitazione all'acquisto o utilizzo di prodotti fitosanitari;
- Impiego di attrezzature di distribuzione dei prodotti registrate e verificate in adempimento alla normativa vigente.

Adacquamenti

Qualora fosse necessario ricorrere a adacquamenti di soccorso, questi saranno condotti tempestivamente senza che la Direzione dei Lavori sia costretta ad emanare particolari disposizioni al riguardo. Sarà a carico dell'Appaltatore il reperimento, il trasporto dell'acqua d'irrigazione e tutto quanto occorre per la sua distribuzione.

Assolcature e Ripristino danni causati da erosione

Affinché le acque piovane o d'irrigazione possano agevolmente defluire o penetrare nel terreno uniformemente senza provocare danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc., l'Appaltatore è tenuto ad eseguire delle opportune assolcature. L'Appaltatore è comunque tenuto a ripristinare e conguagliare le aree oggetto di sistemazione a verde nel caso in cui si verifichino danni per erosioni, ruscellamenti, smottamenti ecc..

Art. 37 Impianti Elettrici

1. Generalità

Le apparecchiature tecnologiche degli impianti e le apparecchiature elettriche in particolare devono possedere i requisiti previsti da leggi o circolari ministeriali vigenti all'epoca della fornitura.
In ogni caso è necessario che le apparecchiature siano in possesso dei requisiti previsti dalla normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano, vigente all'epoca delle esecuzione dei lavori o della fornitura.

2. Riferimenti di legge e normativi

Gli impianti devono rispondere alle disposizioni di Legge ed alle Normative aggiornate, di cui si riporta un elenco:

- D.Lgs 81 del 9/04/2008 Testo Unico sulla sicurezza
- DM 37 del 22/01/2008 Regolamento concernente l'attuazione del riordino delle disposizioni in materia di installazione degli impianti elettrici negli edifici
- Legge 462 del 22/10/2001 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici.
- Legge 36 del 22/02/2001 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPR 380 del 6/06/2001 Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia"
- Dpr 126 DEL 23/03/1998 Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/4/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva;

- DM del 15/12/1978 – Designazione del Comitato Elettronico Italiano di normalizzazione Elettronica ed Elettronica;
- Legge 186 del 01/03/1968 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici;

Ogni disposizione di Legge, decreti, circolari ministeriali in vigore al momento dell'appalto che regolano la specifica materia. La progettazione ed esecuzione degli impianti deve rispettare la Regola d'arte e garantire almeno i requisiti di funzionali, prestazionali e di sicurezza previsti dalla Normativa CEI vigente ovvero da Normative equipollenti.

3. Sicurezza

Allo scopo di conseguire la sicurezza di esercizio nei confronti delle persone e delle cose sono richiesti i seguenti provvedimenti, puntuali in ordine:

- *Isolamento*: l'isolamento dell'impianto, misurato con i valori di tensione stabiliti dalla Norma in relazione al grado di isolamento della conduttura fra ciascun conduttore attivo (neutro compreso) e la terra, deve essere almeno pari al minimo previsto dalla Normativa;
- *Messa a terra*: il dispersore deve essere dimensionato e realizzato per resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche conseguenti alle correnti di guasto, per resistere alle sollecitazioni meccaniche normalmente prevedibili ed ai fenomeni di corrosione. Quando l'edificio è provvisto di LPS esterno collegato all'impianto di messa a terra la stessa deve essere dimensionata tenendo in considerazione anche le prescrizioni contenute nella norma CEI EN 62305-1/4.
- *Equipotenzialità*: deve essere assicurata l'equipotenzialità delle masse e delle masse estranee da realizzarsi secondo le indicazioni contenute nella Normativa vigente. Le connessioni equipotenziali dovranno garantire, nel tempo, sia la resistenza meccanica sia la resistenza alla corrosione.
- *Protezione contro i contatti diretti*: la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata, in accordo con il disposto Normativo, mediante isolamento delle parti attive, con involucri o barriere, ostacoli, distanziamento, e combinata contro i contatti diretti ed indiretti. Le protezioni mediante ostacoli e distanziamento sono da applicarsi solamente in casi eccezionali ovvero se non è possibile l'utilizzo delle altre tecniche di protezione.
- *Protezione contro i contatti indiretti*: la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata, in accordo con il disposto Normativo, mediante interruzione automatica dell'alimentazione, componenti elettrici con isolamento di classe II o equivalente, luoghi non conduttori, collegamento equipotenziale locale non connesso a terra, separazione elettrica. Le protezioni realizzate mediante luoghi non conduttori e collegamento equipotenziale locale non connesso a terra sono da applicarsi solamente in casi eccezionali ovvero se non è possibile l'utilizzo delle altre tecniche di protezione.
- *Protezione contro gli effetti termici*: dovrà essere garantita la protezione contro gli effetti termici dovuti al calore sviluppato dagli apparecchi elettrici in accordo con quanto disposto dalla Normativa tecnica.
- *Protezione delle condutture contro le sovracorrenti*: dovrà essere garantita la protezione delle condutture contro le sovracorrenti in accordo con quanto disposto dalla Normativa tecnica.

4. Fattore di potenza

Il fattore di potenza dei singoli utilizzatori fissi alimentati dall'impianto elettrico (apparecchi illuminanti, motori ecc.) dev'essere almeno 0,9.

5. Equilibratura dei carichi

Il carico degli utilizzatori fissi monofasi deve essere distribuito in modo tale da ridurre al minimo possibile, nelle condizioni di pieno carico, la corrente di circolazione sul conduttore di neutro. Il rispetto di questa condizione deve essere verificata, mediante appositi rilievi strumentali da parte dell'Installatore, in corrispondenza delle protezioni generali dei quadri generali e di zona.

6. Materiali e forniture

La scelta dei materiali deve essere condotta valutando le condizioni di installazione, di impiego e le finalità da conseguire; i materiali devono essere nuovi, di primaria marca e di prima qualità, rispondenti alle descrizioni contrattuali, alle norme CEI ovvero a quelle internazionali CENELEC o IEC. Per i prodotti ammessi al regime del Marchio di qualità è richiesta la marchiatura.

- *Tubazioni*: sono vietate, salvo esigenze particolari da autorizzarsi per iscritto dalla Direzione lavori, le tubazioni di PVC leggero o flessibile e quelle di acciaio saldato. Le tubazioni ed i condotti metallici di qualunque tipo devono presentare una sicura ed affidabile continuità elettrica nelle giunzioni e nelle derivazioni, il percorso delle tubazioni, incassato o a vista, deve essere verticale oppure orizzontale; sono vietati percorsi orizzontali incassati sotto i due metri d'altezza dal pavimento.
- *Cassette*: Le cassette devono essere dimensionate tenendo conto anche delle ragionevoli esigenze future, ed avere grado di protezione adatto all'ambiente di installazione. Le giunzioni interne alle cassette di derivazione possono essere realizzate con morsettiere o morsetti autoestinguenti. Nel caso di utilizzo di morsettiere la cassetta di derivazione deve essere predisposta per la sua installazione. Il serraggio dei conduttori deve avvenire preferibilmente mediante viti con pattino scorrevole interposto e comunque deve essere realizzata in accordo con le indicazioni del costruttore.
- *Apparecchiature da incasso*: Le apparecchiature da incasso devono essere installate in apposita scatola di contenimento, preferibilmente rettangolare, telaio isolante fissato con viti e mostrina fissata al telaio mediante pressione o viti. E' vietato installare nella stessa scatola apparecchi collegati su circuiti differenti. E' vietato usare le scatole per effettuare giunzioni o derivazioni.
- *Apparecchi illuminanti*: Devono possedere requisiti illuminotecnici e grado di protezione idonei all'ambiente di installazione, devono essere conformi alle Normative relative agli apparecchi illuminanti. Il fissaggio dell'apparecchio al supporto edile deve assicurare il massimo affidamento contro le cadute; gli schermi diffusori devono essere parimenti affidabili; devono essere valutate, nelle fasi progettuali e di installazione, eventuali problematiche derivanti da vibrazioni ovvero da sollecitazioni meccaniche aggiuntive. L'installazione di qualsivoglia apparecchi o illuminante deve essere realizzata in accordo con le indicazioni del Costruttore dello stesso. Gli apparecchi illuminanti devono essere installati in modo tale da rendere agevoli le operazioni di manutenzione ordinaria degli stessi.

7. Protezione contro sovracorrenti e protezione differenziale

I circuiti elettrici devono essere protetti contro le sovracorrenti mediante protezioni automatiche con due o quattro poli protetti in relazione al numero delle fasi. La protezione differenziale deve essere realizzata mediante interruttori automatici differenziali, sganciatori differenziali associabili alle protezioni magnetotermiche, o sganciatori differenziali con provvisti di gruppi di misura esterna. Le condutture montanti devono essere protette, salvo le deroghe ammesse dalla Normativa, da interruttori automatici e deve essere garantita la sezionabilità delle stesse.

8. Illuminazione

I sistemi di illuminazione artificiale devono possedere elevato grado di efficienza con resa, con riferimento sia all'efficienza vera e propria della sorgente luminosa sia a quella complessivamente risultante dalla catena formata da lampada – apparecchio illuminante - ambiente. Tutti i corpi illuminanti devono essere a LED.

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere conformi a quanto previsto dalla L.R. numero 31 del 05/10/2015 in materia di Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.

Ai fini della rispondenza del progetto ai requisiti illuminotecnici richiesti dalla normativa vigente e nel rispetto dei parametri estetici e funzionali condivisi dal Team di progettazione, le caratteristiche costruttive, ottiche ed elettriche, le dimensioni e la finitura, nonché le modalità di installazione, la Classe di isolamento e l'Indice di Protezione indicati nelle schede tecniche allegate sono da considerare vincolanti. Eventuali difformità dai prodotti qui indicati dovranno essere evidenziate e sottoposte ad approvazione.

I dati relativi alle sorgenti luminose sono indicati per ogni tipo di apparecchio nella relativa scheda tecnica. Tali dati sono da considerare vincolanti ai fini della corretta rispondenza del progetto ai requisiti illuminotecnici richiesti dalla normativa vigente.

9. Protezione contro le sovratensioni

Per poter contenere gli effetti delle sovratensioni e poterli contenere entro limiti accettabili per l'impianto e le apparecchiature occorre installare gli SPD. Ogni corpo illuminante installato dovrà avere a bordo uno scaricatore per la protezione contro le sovratensioni.

10. Cavi e vie cavi

I tubi da utilizzarsi per la realizzazione dei cavidotti sono in PVC ø 110 mm di tipo corrugato pesante (CP), conformi alla Norma CEI EN 50086 Riferimento CEI 23-39 e CEI 23-46.

Non è ammessa la realizzazione di giunzioni nei cavidotti.

Per ogni punto di derivazione al palo e alle estremità di ogni attraversamento stradale, sul marciapiede, è prevista la posa di pozzetti in calcestruzzo prefabbricati aventi dimensioni 450x450 mm completi di dispositivo di coronamento e chiusura:

- classe C 250 (ove posati in sede di marciapiede, aree verdi o aree pedonali in genere) o
- classe D 400 (ove posati in sede di carreggiata o aree soggette a traffico veicolare in genere)

conformi alle Norme UNI-EN 124.

In ogni pozzetto deve essere posato un cartello monitore di "pericolo di morte" (rif D.Lgs.493).

I cavi utilizzati sono:

- FG16OR16 0,6/1 kV – S= 2x2,5mmq per le derivazioni
- FG16OR16 0,6/1 kV – S= 4x16mmq per la dorsale principale

Per tutto lo sviluppo del circuito i cavi sono di sezione costante; la linea trifase di alimentazione viene portata sino all'ultimo pozzetto del circuito e terminata con giunzione del tipo riaccessibile isolante con accessorio.

Per la giunzione dei cavi si utilizzeranno i seguenti prodotti:

- CLIK 2 Fire Dorsale/Palo per 2 cavi 1x16mmq passanti ed 1 cavo 2x2,5mmq derivato
- CLIK 1 Fire Dorsale/Dorsale per un cavo passante 4 x (1x16mmq), cavo derivato 4x(1x16mmq)

Le giunzioni sono riaccessibili.

11. Quadri Elettrici

Per quadro elettrico si intende un insieme coordinato di elementi di supporto (carpenteria), di apparecchi di comando, protezione, misura, segnalazione, regolazione, di connessioni ecc., finalizzate a svolgere determinate funzioni necessarie all'esercizio dell'impianto elettrico, e si suddividono in diverse categorie.
Quadri elettrici di potenza: sono costituiti da uno o più sistemi di sbarre con le apparecchiature necessarie per far funzionare le linee ad esse collegate. Possono essere di bassa o media tensione.
Quadri di distribuzione: comprendono una o più unità di arrivo ed un certo numero di unità di partenza. Si possono distinguere i principali se sono posti immediatamente a valle della sorgente di energie o secondari se sono installati nelle varie zone degli edifici ed hanno un elevato numero di liee di partenza che alimentano le utenze.
Quadri di comando e controllo: consentono di comandare a distanza le diverse apparecchiature elettriche di un impianto e comprendono strumenti di misura e controllo.
Centralini: Sono quadri modulari di piccole dimensioni per fissaggio a parete e da incasso. Posso variare da 6 a 96 moduli (spessore di ogni modulo 17,5 mm) e vengono utilizzati solitamente per uffici, piccoli lavoratori, edifici civili. Possono essere metallici o in vetroresina.
Le normative aggiornate che si occupano della conformità dei quadri elettrici sono:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1 Regole generali."
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1 Quadri di potenza

12. Apparecchi di protezione

Di seguito si riportano le caratteristiche principali degli apparecchi di protezione. Per le caratteristiche di dettaglio di ciascun apparecchiatura utilizzata nel presente progetto si rimanda al computo metrico parte integrante della documentazione di gara.

CONTATTORI: I contattori sono apparecchi in grado di stabilire, portare ed interrompere le normali correnti di alimentazione degli utilizzatori. Possono essere manuali o automatici e funzionano per mezzo di un elettromagnete che, una volta eccitato chiude o apre i contatti mobili. Essi
possono essere comandati a distanza e da più punti ed in caso di mancanza di tensione aprono il circuito, mettendo in sicurezza il macchinario alimentato.
Si distinguono principalmente contatti di potenza che portano o interrompono la corrente agli utilizzatori o contatti ausiliari di minor dimensioni, che gestiscono i circuiti di comando.
INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI-DIFFERENZIALI DI TIPO CIVILE
Gli interruttori impiegati per la protezione dal sovraccarico e dal cortocircuito sono classificati secondo due norme di prodotto, in funzione delle loro caratteristiche tecniche e di impiego in ambiente domestico o similare, piuttosto che per uso industriale.
Le due norme di prodotto, che definiscono le prescrizioni ed i requisiti di questi interruttori sono:

- CEI EN 60898 (CEI 23-3 IV ed.) : interruttori per la protezione dalle sovracorrenti con tensione nominale fino a 440 V, corrente nominale fino a 125 A e potere di cortocircuito nominale fino a 25 kA per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5 V ediz.) : interruttori destinati al settore industriale, con tensioni nominali fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua, per qualsiasi valore di corrente nominale o potere di interruzione estremo, tipo costruttivo ed utilizzazione.

BLOCCO DIFFERENZIALE

I blocchi differenziali sono dispositivi differenziali assemblabili con un interruttore magnetotermico standard.
La Norma IEC/EN 61009, app. G, permette di assemblare gli interruttori magnetotermici differenziali una sola volta ed esclusivamente sul posto, cioè fuori dalla fabbrica, utilizzando blocchi differenziali adattabili e interruttori magnetotermici appropriati. I successivi tentativi di separarli devono lasciare un danno permanente visibile. L'interruttore differenziale ottenuto in questo modo mantiene sia le caratteristiche elettriche dell'interruttore magnetotermico sia quelle del blocco differenziale per corrente alternata e/o pulsante unidirezionale.

13. Pali

I pali per l'illuminazione devono essere conformi alla direttiva 89/106/CEE "Prodotti per le costruzioni" e alla norma Europea UNI EN 40, obbligatoria dal 1 febbraio 2005, riferita ai "Pali per illuminazione pubblica".

La marcatura CE dei pali per illuminazione include i seguenti prodotti:

- Pali per illuminazione pubblica di altezza superiore a 3m
- Pali dritti di altezza inferiore a 20 m (misurata all'attacco della lampada);
- Pali con sbraccio di altezza inferiore a 18 m (misurata all'attacco della lampada).

Il marchio CE attesta che il prodotto è conforme alle caratteristiche indicate nell'Allegato ZA della Norma EN 40-5 (pali in acciaio), ed alle specifiche tecniche riportate nelle altre parti della Norma, e che può quindi essere immesso sul mercato.
I prodotti marcati CE sono perciò idonei all'uso e conformi ai requisiti europei.
Inoltre per ogni palo, nella configurazione testa palo e con braccio, devono essere definite le caratteristiche e le prestazioni per il corretto utilizzo, ritrovabili anche nei fascicoli tecnici delle aziende. La marcature CE secondo la EN40, si applica sempre al palo, ma non riguarda l'impianto elettrico ed il corpo illuminante.

NORME DI CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

Art. 38 Cantieri, attrezzi, spese ed obblighi generali a carico dell'Appaltatore

Fatte salve le eventuali ulteriori prescrizioni del presente Capitolato Speciale - Parte Seconda o quelle contenute nel Capitolato Speciale - Parte Prima, nel Contratto d'Appalto o negli elaborati di Progetto, si intendono comprese nel prezzo dei lavori e perciò a carico dell'Appaltatore:

- le spese per l'impianto, la manutenzione e l'illuminazione dei cantieri, con esclusione di quelle relative alla sicurezza nei cantieri stessi;
- le spese per trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera;
- le spese per attrezzi e opere provvisionali e per quanto altro occorre alla esecuzione piena e perfetta dei lavori;
- le spese per rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del direttore dei lavori o dal responsabile del procedimento o dall'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- le spese per le vie di accesso al cantiere;
- le spese per idonei locali e per la necessaria attrezzatura da mettere a disposizione per l'ufficio di direzione lavori;
- le spese per passaggio, per occupazioni temporanee e per risarcimento di danni per abbattimento di piante, per depositi od estrazioni di materiali;
- le spese per la custodia e la buona conservazione delle opere fino al collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- le spese di adeguamento del cantiere in osservanza del decreto legislativo n. 626/1994, e successive modificazioni.

L'Appaltatore deve provvedere ai materiali e ai mezzi d'opera che siano richiesti ed indicati dal Direttore dei Lavori per essere impiegati nei lavori in economia contemplati in contratto. La stazione appaltante può mantenere sorveglianti in tutti i cantieri, sui galleggianti e sui mezzi di trasporto utilizzati dall'Appaltatore.

Art. 39 Norme generali di contabilizzazione

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.
Di seguito vengono esplicitati i metodi di carattere generale da utilizzare per la computazione e contabilizzazione degli articoli di elenco, fermo restando la validità della descrizione estesa di ogni singolo articolo riportata in Elenco Prezzi.

1. Lavori a misura

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal Progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

2. Lavori a corpo

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento, con riferimento allo schema prestabilito contrattualmente. Le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite, vengono desunte da valutazioni autonomamente effettuate dal Direttore dei Lavori, il quale può controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico-estimativo dal quale le aliquote sono state dedotte. Tale computo peraltro non fa parte della documentazione contrattuale.

Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in Progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Appaltatore; soltanto se le minori dimensioni risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite (nel caso di lavori a corpo, l'opera verrà in tal caso riquantificata utilizzando le effettive e minori quantità).

Le misure - sia per le opere compensate a corpo che per quelle compensate a misura - saranno prese in contraddittorio via via che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Art. 40 Lavori in economia

Le prestazioni in economia potranno adottarsi solo per le tipologie di lavori previste dalla normativa vigente. In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

L'annotazione dei lavori in economia è effettuata dalla Direzione Lavori nelle apposite liste settimanali, distinte per giornate e provviste, controfirmate dall'Appaltatore.

Gli importi sono riportati sul SAL contrattuali secondo le modalità di seguito descritte:

- i costi orari della mano d'opera, dei noli, mezzi e materiali saranno desunti dal listino della Camera di Commercio della Provincia in cui si svolgono i lavori aggiornati alla data dell' esecuzione degli stessi;
- le liste mensili della mano d'opera, sono soggette a maggiorazione per spese generali ed utile. Il ribasso d'asta si applica solo sulle maggiorazioni;
- le liste mensili dei noli, mezzi e materiali non sono soggette ad alcun tipo di maggiorazione. Sull'importo ottenuto si applica il ribasso d'asta;
- nel caso di appalto con offerta prezzi, la maggiorazione sarà calcolata prendendo come riferimento le sole spese generali e gli utili dichiarati dall'Appaltatore in sede di gara.

Art. 41 Lavori in presenza di traffico

I documenti contrattuali potranno prevedere il riconoscimento di un sovrapprezzo ai prezzi di elenco nel caso di esecuzione di lavori in presenza di traffico stradale.

Detto sovrapprezzo dovrà essere applicato a tutti gli articoli di elenco relativi alla computazione dei lavori eseguiti che rientrano, almeno in parte, in una fascia di 20 ml misurata dal ciglio stradale esistente.

La dizione "almeno in parte" si intende applicabile a quelle singole lavorazioni che per almeno l'80% della loro impronta planimetrica rientrano nella fascia dei 20 ml dal ciglio stradale. In caso contrario, il sovrapprezzo verrà applicato esclusivamente alle quantità rientranti nella fascia suddetta.
Il relativo articolo dell'Elenco Prezzi comprende tutti gli oneri in esso richiamati oltre quelli delle presenti Norme.

Art. 42 Trasporti da cava e da "banco" a discarica

Con riferimento all'articolo di Elenco Prezzi che compensa il trasporto dei materiali a deposito o da cava, per "perimetro del Lotto" deve intendersi il margine dell'area di cantiere del Lotto stradale o comunque dell'asse viabile principale, escluse le singole strade di servizio e gli eventuali campi e cantieri.

Art. 43 Trasporti da area di caratterizzazione a rilevato/riempimento o discarica

Ogni movimentazione delle terre o rocce da scavo dall'area di caratterizzazione al sito di definitivo reimpiego a riempimento/rilevato o a discarica, deve essere documentata da apposita scheda riportante i seguenti dati:

- un numero identificativo progressivo;
- la data, l'ora di partenza e quella di arrivo;
- il peso netto del materiale trasportato;
- la WBS di destinazione e la progressiva kilometrica (o altra identificazione) del punto di scarico;
- l'identificazione del tragitto e dei km percorsi per il solo viaggio di andata
- l'esito della caratterizzazione;
- le generalità e la firma dell'incaricato al trasporto.

Copia del documento di trasporto deve essere consegnata agli incaricati della Direzione Lavori. Oltre alla suddetta documentazione dovrà essere prodotta tutta la documentazione richiesta dalla normativa vigente in materia di Terre e rocce da scavo (D.M. 161/2012).

Art. 44 Caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo

Le rocce e terre di scavo, compresi gli smarini di galleria, dovranno essere caratterizzati dall'Appaltatore per verificarne le caratteristiche di qualità ambientale previste D.M. 161/2012. Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri in esso richiamati, solo escluse le prove chimiche da effettuare sui materiali che rimangono a carico della Committente.

Art. 45 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di Progetto.
In base ai rilievi eseguiti in corso d'opera ed a quelli da praticarsi ad opera finita, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di Progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati progressivamente eseguiti.
Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue la scarpata, il piano di banchina, il fondo cassonetto, sia della piazzola di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

1. Scavi

Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dall'Appaltatore per determinarne le caratteristiche di qualità ambientale ai sensi D.M. 161/2012. Il compenso degli oneri relativi alla caratterizzazione dei materiali ed alla gestione delle terre inquinate è riconosciuto con il relativo articolo di elenco.
I materiali che risultano riutilizzabili "tal quale" sono di proprietà della Committente; l'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti geotecnicamente idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel Progetto.
I materiali che, a seguito della caratterizzazione ai sensi dell'art. 186 del DLgs 152/06, risultassero inquinati a causa di lavorazioni oggetto dell'appalto o comunque non utilizzabili "tal quale" sono di proprietà dell'Appaltatore che dovrà gestirli secondo le procedure della normativa in vigore. In mancanza di indicazioni contrattuali rimane inteso che gli articoli dell'Elenco Prezzi comprendono il trasporto dei materiali classificabili come rifiuti presso discariche autorizzate e tutti gli oneri dovuti al loro smaltimento.
Gli articoli dell'Elenco Prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi (a meno che il Progetto non richieda la sostituzione del materiale);
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- lo scotico superficiale ed il taglio degli alberi con asportazione delle ceppaie.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.
Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m^3, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco Prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra. Gli eventuali banchi di roccia saranno computati in relazione alla quantità percentuale desunta in contraddittorio con l'appaltatore, in relazione alle misure riscontrate.
La riduzione del materiale scavato a pezzatura idonea alla formazione dei rilevati è compensata nel prezzo degli scavi.

Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 1.2 del Cap. "Norme per l'esecuzione dei lavori". Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura (a meno che il Progetto non richieda la sostituzione del materiale) che l'Appaltatore dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

Scavo di fondazione

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 1.3 del Cap. "Norme per l'esecuzione dei lavori" o ad essi assimilabili. Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione o del calcestruzzo di sottofondazione, per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.
Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.
In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature a tergo delle stesse (a meno che il Progetto non richieda la sostituzione del materiale) che l'Appaltatore dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco Prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.
Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.
Qualora il Progetto preveda l'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'eseguito all'asciutto.

2. Demolizioni

I materiali provenienti da demolizione di qualsiasi natura dovranno essere gestiti dall' Appaltatore secondo le procedure della normativa ambientale in vigore.
I materiali da demolizione riutilizzati nelle lavorazioni (ad es. il materiale proveniente dalla scarifica per fresatura dei conglomerati bituminosi) sono messi a a disposizione dell' Appaltatore limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate. La gestione della parte eccedente a quella riutilizzabile nelle lavorazioni verrà disciplinata dal Contratto d'Appalto. In mancanza di indicazioni contrattuali rimane inteso che gli articoli dell'Elenco Prezzi comprendono il trasporto dei materiali classificabili come rifiuti presso discariche autorizzate e tutti gli oneri dovuti al loro smaltimento.
La demolizione di materiali contenenti armature metalliche o rinforzi strutturali (berlinesi, calcestruzzi armati, strutture miste cls-metalliche, ...) comprende lo smantellamento e lo smaltimento anche di quest'ultime, fatte salve le travi in carpenteria metallica di cavalcavia e viadotti che rimangono di proprietà della Committente.
La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume. Per demolizioni che interessano una sezione trasversale < 0,30 m^2, verrà applicato il prezzo per demolizioni a sezione obbligata di porzioni di cubatura fino a 1,00 m^3, anche se il volume totale risultante è superiore a 1,00 m^3.
La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco Prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere.
La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano medio di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.
La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computato a metro cubo del loro effettivo volume.
La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su strada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.
L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computato misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.
L'articolo dell'Elenco Prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco Prezzi.
Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.
La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in Progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.
Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.
Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile - su indicazione della Direzione Lavori - nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.
La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.
L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.
La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m^2.

3. Rilevati

Preparazione del piano di posa

Gli articoli dell'Elenco Prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste: la lavorazione verrà contabilizzata sulla proiezione orizzontale della superficie da scoticare, indipendentemente dalla morfologia del terreno. Solo nel caso di rilevati eseguiti in affiancamento a rilevati esistenti verrà considerata la superficie effettiva scoticata sulla scarpata del rilevato esistente.
Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco Prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito anche sul fondo dello scavo di bonifica.
Sovrastruttura stradale in trincea
Con l'articolo d'Elenco Prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri e le lavorazioni.

Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco Prezzi è compresa anche la graffatura.

4. Formazione di rilevati, ritombamenti, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La valutazione del volume dei rilevati sarà eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate: la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.
Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20%, saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco Prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.
Dal computo dei volumi dei rilevati si detrarranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati. Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo. La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dal bilancio delle terre.
Nel bilancio terre il fabbisogno del materiale per l'esecuzione dei rilevati verrà determinato , in maniera temporale in relazione all'esecuzione dei lavori, dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati e la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Appaltatore in ambito esterno ai confini di Lotto, sarà riconosciuto allo stesso, tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di ritombamenti, di riempimenti di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Appaltatore dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate. I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.
Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate dei rilevati e delle scarpate in trincea, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco Prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei.
La sistemazione della coltre vegetale a protezione delle scarpate in trincea sarà contabilizzata con il prezzo relativo alla sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole.
Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco Prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.
La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco Prezzi applicato per il nucleo del rilevato.
L'articolo dell'Elenco Prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco Prezzi.
La sistemazione a tombamento per strati successivi, a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo

l'addensamento. Il volume dei materiali, di proprietà della Committente, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Stabilizzazione a calce dei rilevati

L'onere per la stabilizzazione a cemento/calce del rilevato e la relativa fornitura del legante troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco Prezzi. La quantità di legante verrà stabilità attraverso le prove appositamente previste nel cap. "Norme per l'esecuzione dei lavori".

Rilevati di prova

L'esecuzione dei rilevati di prova, nella quantità e tipologia stabilita dalla Direzione Lavori, verrà compensata all'Appaltatore con gli articoli di Elenco Prezzi relativi alla formazione dei rilevati mentre rimangono a totale carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla predisposizione e preparazione della prova, alla cantierizzazione, agli accessi, alle misure dei cedimenti ed all'assistenza in genere e quant'altro necessario all'asecuzione delle prove con la sola esclusione degli strumenti di misura.

Art. 46 Murature in genere e conglomerati cementizi

1. Murature

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.
Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m^2 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m^2. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco Prezzi.
Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.
Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastrini, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

2. Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui al presente Capitolato Speciale, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco Prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m^3 ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco Prezzi applicati all'intera superficie bagnata. Gli articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nel presente Capitolato Speciale ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, espansivi, ecc.) mescolati in idoneo impianto di betonaggio e trasportate a piè d'opera con adeguate attrezzature;
- la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la posa in opera (sia mediante l'utilizzo di specifici contenitori per il sollevamento che di attrezzature di pompaggio), l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa;
- la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate;
- il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, ed il magrone di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;
- l'aggiunta di additivo aerante per i calcestruzzi esposti a cicli di gelo-disgelo;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.
Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Art. 47 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco Prezzi. Tali articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

1. Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita. Per quanto riguarda la casseratura delle interruzioni di getto, questa sarà riconosciuta all'appaltatore solo per le interruzioni di getto di conglomerato cementizio, previste nel progetto.

2. Armature a sostegno delle casseforme

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco Prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato. Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco Prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computati con l'articolo di Elenco Prezzi relativo per gli sbalzi da 2 a 5 ml anche tutti gli sbalzi misuranti almeno 0,50 ml.

Art. 48 Acciaio per c.a.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di Progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale, intendendo la lunghezza commerciale delle barre pari a ml 12,00. Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di Progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale. Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale. Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di Progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm^3.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di Progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm^3.

Art. 49 Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio

Intonaci verticali, orizzontali, piani o curvi, saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva, misurata al civile, detraendo soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m^2.

I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono anche l'onere della esecuzione in più strati; della fornitura e posa in opera di paraspigoli; della chiusura e rifinitura di tracce; della ripresa in corrispondenza di pavimenti, zoccolature, rivestimenti, serramenti, ecc.; della eventuale esecuzione di gusci di raccordo tra pareti e soffitti, se richiesta; della eventuale fornitura di additivi. L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro

superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m^2 e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiori a 10 cm.
Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi convenzionalmente risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti. La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato. I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati ed inoltre quelli relativi agli eventuali ponteggi ed impalcature occorrenti. Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

1. Impermeabilizzazioni in cartonfeltro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.
I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono anche tutte le forniture, prestazioni ed oneri, in essi compresi la preparazione dei piani di posa, la fornitura e stesa di primer, la formazione di risvolti e colli di raccordo.

2. Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.
I relativi articoli di Elenco Prezzi comprendono il fissaggio alle strutture sottostanti con coprifilo in profilato estruso di alluminio, i pezzi speciali saldati al manto per il convogliamento dell'acqua ai pluviali, eventuali griglie parafoglie, i collari per il raccordo con le strutture emergenti, la prova di tenuta dei giunti, le sovrapposizioni e quant'altro occorrente per dare i manti finiti.

3. Impermeabilizzazione di impalcati

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di Progetto, incluso il risvolto per i tubi di drenaggio.

Art. 50 Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio (con la sola esclusione del materiale destinato a c.a. e c.a.p.), di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco Prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti. Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di Progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); nel caso di opere compensate "a corpo", detta tolleranza viene considerata solo al fine di accettazione dei materiali.
Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura. Limitatamente ai lavori compensati a misura, se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.
Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto ed inoltre sia per le opere compensate "a misura" che per le opere compensate "a corpo" dovra' essere redatto apposito verbale firmato in contraddittorio sul quale dovrà essere riportato il numero di riferimento delle bolle di trasporto, che dovranno essere allegate; sulla bolla di trasporto dovrà essere indicato il nome di riferimento dell' opera alla quale appartiene il manufatto.

È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi. I relativi articoli d'Elenco Prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.
Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.
Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto fino al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Appaltatore; nel caso di lavori compensati a corpo, sarà il Direttore dei lavori a determinare la quota di percentuale di parte di opera da considerare in contabilità.
Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di Progetto.
Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di Progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di Progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.
S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco Prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti. Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

Art. 51 Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza sommitale dello strato di pavimentazione teorica di Progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di Progetto. Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

Art. 52 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle geometrie di progetto effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di Progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.
Le imbottiture previste dal progetto o ordinate dal Direttore dei Lavori saranno compensate a metro cubo con i relativi articoli di elenco prezzi; le quantità saranno determinate mediante computi geometrici sulla base delle misure riscontrate.
I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

Art. 53 Drenaggi

I drenaggi a tergo delle murature saranno computati per il loro volume effettivo, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle dimensioni teoriche di Progetto. I drenaggi per bonifica saranno computati in base all'effettiva profondità di scavo e di riempimento, alla lunghezza misurata in asse al drenaggio ed alla larghezza effettiva, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alla larghezza teorica di Progetto.

I dreni a nastro saranno computati per l'effettiva lunghezza di nastro infisso nel terreno. L'articolo relativo al sovrapprezzo per la perforazione preliminare sarà computato misurando l'effettiva profondità di perforazione dal piano di lavoro dell'attrezzatura. Il materasso di sabbia sopra i dreni a nastro sarà computato per l'effettivo volume, dopo il compattamento, senza tenere conto di volumi eccedenti le quantità teoriche di Progetto.

I pozzi drenanti costituenti gli schermi discontinui drenanti saranno computati per la profondità misurata dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo al fondo del pozzo; tale profondità dovrà

essere conforme alle previsioni di Progetto, con tolleranze non superiori a 20 cm. I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati oltre quelli delle presenti Norme. Le colonne tubolari definitive all'interno dei pozzi drenanti, costituite da elementi imbullonati in lamiera ondulata d'acciaio zincato saranno computate in base al loro peso determinato mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti e secondo il disposto delle presenti Norme.

Dreni suborizzontali eseguiti dall'interno di pozzi drenanti saranno computati in base alla lunghezza del tubo filtrante misurata dalla boccaforo in corrispondenza della colonna tubolare in lamiera ondulata d'acciaio zincato. La trincea drenante sarà computata per l'effettiva superficie in proiezione verticale, misurata in altezza dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo fino alla profondità raggiunta ed in lunghezza sull'effettivo sviluppo.

Art. 54 Canalette - mantellate - rivestimento di cunette e fossi - tubi in polietilene (PEAD) e polipropilene (PP)

Le canalette ad embrice saranno computate misurando l'effettivo sviluppo lungo il loro asse senza tenere conto della sovrapposizione tra gli elementi. Il relativo articolo d'Elenco Prezzi comprende anche lo scavo, il costipamento del terreno d'appoggio ed il bloccaggio con tondini infissi in terra.

Le mantellate di rivestimento, tanto quelle in lastre quanto quelle a grigliato articolato, saranno computate in base alla loro superficie effettiva. I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono anche tutte le prestazioni e le forniture previste dalle presenti Norme.

I rivestimento di cunette e fossi di guardia eseguiti con elementi prefabbricati, sarà computato in base all'effettiva superficie in vista, misurata fra i fili interni del rivestimento stesso. I relativi articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri ivi indicati. Cunette e fossi di guardia eseguiti in opera verranno compensati con i prezzi di elenco utilizzati per le relative lavorazioni.

I tubi e le canalette di raccolta e drenaggio lineare realizzati in polietilene (PEAD) e/o in polipropilene saranno computati in base ai metri lineari effettivamente posati in opera , misurati a partire dall'interno del pozzetto o del pezzo speciale senza tenere conto delle sovrapposizioni; pozzetti e gli eventuali pezzi speciali a "T" saranno computati a unità posati in opera; i relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati oltre quelli delle presenti Norme

Art. 55 Segnaletica verticale ed orizzontale

Le quantità dei lavori saranno determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessore, lunghezze e superfici effettivamente superiori; soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato in corso d'opera, per iscritto, tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle previste e l'Appaltatore sarà chiamato ad eseguirne il rifacimento a sua cura e spese. Le misure saranno prese in contraddittorio, a mano a mano che si procederà all'esecuzione delle opere e riportate su apposito libretto che sarà firmato dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dell'Appaltatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

1. Segnaletica verticale

- l'area dei pannelli metallici di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scatolatura, ad esclusione dei dischi e triangoli, che saranno computati a numero;
- qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito, la Direzione Lavori ordinerà la sua completa sostituzione con lamiere dello spessore richiesto; tale operazione sarà eseguita a cura e spese dell'Appaltatore. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;
- i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi d'ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;
- i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera.

2. Segnaletica orizzontale

- l'area delle strisce continue od intermittenti, dei contorni d'isole e delle frecce direzionali sarà valutata in base all'effettiva superficie verniciata;
- l'area delle zebrature sarà valutata a vuoto per pieno qualora il rapporto vuoto/pieno dell'intera superficie zebrata sia inferiore o uguale a 2/1. Nel caso in cui detto rapporto sia maggiore di 2/1, sarà computata la sola superficie verniciata;
- l'area delle lettere sarà valutata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale sarà computata sempre per l'effettiva superficie rimossa, fatta eccezione per le scritte che saranno valutate misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circoscrive ogni singola lettera.

Art. 56 Barriere di sicurezza

Le barrire di sicurezza metalliche e/o in cls prefabbricato a profilo tipo New Jersey, saranno computate a metro lineare effettivamente posato in opera, così come previsto dal progetto. I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati oltre quelli delle presenti Norme per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte ed in conformità alle leggi vigenti in materia di sicurezza stradale.

Art. 57 Opere a verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata sulla base alla sua superficie effettiva o secondo quanto prescritto nell'Elenco prezzi. La fornitura di terreno vegetale e ammendanti sarà computata in base all'effettivo volume, misurato a seguito del suo assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiali accessori, acqua, ecc., così come il nolo delle attrezzature specifice ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.

Il materiale vegetale, fornito e messo a dimora, dovrà essere privo di deformazioni, ferite, fitopatie, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, secondo le caratteristiche dettagliate riportate nel presente Capitolato Speciale.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante, come già specificato in precedenza.

Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, cocco ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica o altro materiale equivalente.

Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate. Le piante arbustive di qualsiasi specie e tipo di fornitura (zolla o contenitore) dovranno avere un minimo di 3 ramificazioni al colletto.

La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I relativi articoli dell'Elenco Prezzi si intendono compresivi di tutte le specifiche tecniche, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme nonché quelle prescritte dalla Normativa tecnica vigente.

Art. 58 Impianti Elettrici

I materiali degli impianti elettrici si intendono consegnati a piè d'opera comprensivi delle minuterie di montaggio, per le opere sono comprese oltre alla fornitura anche l'eventuale lavorazione in officina, il trasporto in cantiere, scarico dei materiali, trasporto a piè d'opera all'interno del cantiere, il montaggio e la posa in opera. E' compresa l'esecuzione da parte dell'installatore delle verifiche previste dalle norme e il rilascio, a lavoro ultimato, di una dichiarazione di conformità alla regola dell'arte, ai sensi della legislazione vigente.

Le assistenze e pose in opera murarie, le pose in opera specialistiche e comunque tutti gli interventi necessari per dare ogni singola opera compiuta perfettamente finita e funzionale in ogni sua parte, sono comprese in tutti i prezzi delle opere compiute del civile, delle urbanizzazioni e delle manutenzioni edili.

Nei prezzi delle opere compiute degli impianti elettrici non sono comprese le assistenze e pose in opera murarie.

Non sono comprese le assistenze murarie per l'apertura e sigillatura di tracce, immurazione di scatole porta apparecchi e di derivazione, quadri, opere di fissaggio, scale e ponteggi fino a 4 metri.